

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO – UNINOVE

“Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR) no pré-condicionamento e na recuperação pós-exercício em humanos”

Mestrando: Older Manoel de Araújo Silva

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior

São Paulo, 2025

2025
Older Manoel de Araújo Silva

**“Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR) no pré-
condicionamento e na recuperação pós-exercício em humanos”**

Dissertação apresentada à
Universidade Nove de Julho para
obtenção do título de Mestre em
Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto
Cesar Pinto Leal Junior

São Paulo, 2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Older Manoel de Araújo.

Transferência elétrica capacitiva e resistiva (TECAR) no pré-condicionamento e na recuperação pós-exercício em humanos. / Older Manoel de Araújo Silva. 2025.

75 f.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2025.

Orientador (a): Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior.

1. Fadiga muscular. 2. Desempenho muscular. 3. Recuperação muscular. 4. TECAR.

I. Leal Junior, Ernesto Cesar Pinto. II. Título

CDU 615.8

São Paulo, 10 de dezembro de 2025.

TERMO DE APROVAÇÃO

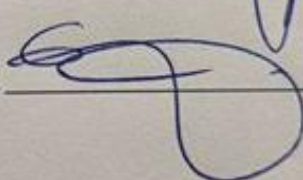
Aluno(a): **OLDER MANOEL DE ARAUJO SILVA**

Título da Dissertação: **"TRANSFERENCIA ELÉTRICA CAPACITIVA E RESISTIVA (TECAR) NO PRÉ-CONDICIONAMENTO E NA RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIOS EM HUMANOS"**

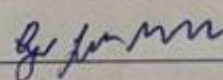
Presidente: PROF(A). DR(A). ERNESTO CESAR PINTO LEAL JUNIOR



Membro: PROF(A). DR(A). EDUARDO FOSCHINI MIRANDA



Membro: PROF(A). DR(A). ANDREY JORGE SERRA



DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, não apenas por permitir meu desenvolvimento acadêmico, mas por ser meu alicerce e por me sustentar e capacitar ao longo de toda essa jornada.

À minha querida e amada mãe, Maria Alice, que mesmo distante sempre se fez presente com seu apoio, amor, orações e cuidados.

Ao meu pai, Oderno, que me ensinou lições valiosas e esteve ao meu lado, apoiando e contribuindo em todas as etapas deste processo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e por me permitir viver toda essa experiência. Assim como está escrito em 1 Samuel 7:12: “Até aqui o Senhor me sustentou”. Essa passagem expressa exatamente como me senti ao longo deste período desafiador, sua mão forte me amparou a cada etapa. Que minhas mãos estejam sempre aptas para executar suas obras com excelência.

Agradeço a todos que fazem parte do *Laboratório de Fototerapia e Inovações Tecnológicas em Saúde* (LaPIT), com destaque para Neide Firmo, Luana Dias e Amanda Lima pelo comprometimento, dedicação e auxílio em cada detalhe do nosso cotidiano de trabalho.

Agradeço ao meu amigo, Dr. Marcelo F Oliveira, pelo incentivo constante e pelo apoio essencial no início desta jornada.

Agradeço à Universidade Nove de Julho pela oportunidade concedida e pelo espaço disponibilizado para a execução deste projeto.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Expresso meus agradecimentos de maneira especial ao meu orientador, Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior, pela oportunidade concedida e pela confiança depositada em meu potencial. Sua orientação, conduzida com excelência, dedicação e competência, possibilitou-me vivenciar momentos profundamente enriquecedores, tanto no âmbito acadêmico quanto no pessoal.

Título do projeto: Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR) no pré-condicionamento e na recuperação pós-exercício em humanos.

Responsável: Prof. Dr. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior

Aluno: Older Manoel de Araújo Silva

RESUMO

O desempenho atlético, seja em treinamentos ou competições, impõe grandes demandas fisiológicas ao corpo. A fadiga muscular está diretamente relacionada a diminuição do desempenho físico e pode ser sentida por atletas de diferentes modalidades esportivas. Logo, uma boa recuperação da fadiga é importante para prevenir o overtraining e minimizar o risco de lesões na prática esportiva. Uma variedade de modalidades terapêuticas tradicionais e não convencionais são sugeridas para acelerar a recuperação após o exercício, sendo utilizadas na prática clínica como monoterapias ou como adjuvantes de outros tratamentos. Nesse cenário, a terapia por Transferência Elétrica Capacitiva e Resistida (TECAR) vem apresentando resultados satisfatórios na disfunção muscular esquelética e dor em atletas. Assim, o presente estudo tem como objetivo fornecer prova de conceito e otimização do protocolo de tratamento para o uso de TECAR no desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício. Para isto, foi realizado um ensaio clínico randomizado placebo controlado e duplo-cego, com 50 voluntários saudáveis, divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=10): Controle-*Sham*; Modo Capacitivo MC pré-exercício; Modo Resistivo MR pré-exercício; MC pós exercício e MR pós-exercício. Os voluntários receberam a terapia, com duração de 10 minutos, uma vez imediatamente antes ou após a realização do exercício, de acordo com o grupo de alocação. Foram avaliados os seguintes desfechos: força muscular pela (Contração Voluntária Máxima - CVM), dor (Escala Visual Analógica - EVA e DMIT), saturação muscular de O₂ e fluxo sanguíneo (NIRS), percepção do esforço muscular (Escala de Percepção de Esforço CR-100), análise bioquímica (CK) e termografia. As avaliações foram realizadas antes de qualquer intervenção (basal), imediatamente, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o protocolo de exercícios. Ao comparar o grupo que utilizou o modo resistivo antes do protocolo de exercício excêntrico com o grupo controle, observamos que o grupo resistivo pré-exercício alcançou recuperação completa da força muscular em até 24 horas ($p < 0,001$), além disso seus efeitos foram mantidos até 96 horas ($p < 0,05$). Então, podemos concluir que o melhor momento e modo de aplicação para usar o *Human* TECAR® visando o pré-condicionamento ao exercício e a recuperação pós-exercício é antes do exercício e usando o modo resistivo.

Palavras-chave: Fadiga muscular, desempenho muscular, recuperação muscular, TECAR.

Title: Capacitive and Resistive Electrical Transfer (TECAR) on preconditioning and post-exercise recovery in humans.

Abstract:

Athletic performance, whether in training or competitions, imposes great physiological demands on the body. Muscle fatigue is directly related to a decrease in physical performance and can be felt by athletes in different sports. Therefore, good recovery from fatigue is important to prevent overtraining and minimize the risk of injuries during sports. A variety of traditional and unconventional therapeutic modalities are suggested to accelerate recovery after exercise, being used in clinical practice as monotherapies or as adjuvants to other treatments. In this scenario, Capacitive and Resisted Electrical Transfer (TECAR) therapy has shown satisfactory results in the loss of skeletal muscle function and pain in athletes. Therefore, the present study aims to provide proof of concept and optimization of the treatment protocol for the use of TECAR in exercise performance and post-exercise recovery. For this, a randomized placebo-controlled and double-blind clinical trial was carried out, with 50 healthy volunteers, randomly divided into 5 groups (n=10): Control-Sham; Capacitive Mode (MC) pre-exercise; Pre-exercise Resistive Mode (MR); MC post-exercise and MR post-exercise. Volunteers will receive the therapy, lasting 10 minutes, once immediately before or after performing the exercise, according to the allocation group. The following outcomes were evaluated: muscle strength (MVC), pain (VAS and DOMS), muscle O₂ saturation and blood flow (NIRS), perception of muscular effort (CR-100 Perceived Exertion Scale), biochemical analysis (CK) and thermography. Assessments were carried out before any intervention (baseline), immediately, 1 hour, 24, 48, 72 and 96 hours after the exercise protocol. When comparing the group that used the resistive mode before the eccentric exercise protocol with the control group, showed that the resistive pre-exercise group achieved complete muscle strength recovery within 24 hours ($p < 0.001$). Furthermore, its effects were maintained up to 96 hours ($p < 0.05$). Therefore, we can conclude that the best timing and mode of application for using Human TECAR® aimed at exercise preconditioning and post-exercise recovery is before exercise and in resistive mode.

Key words: Muscle fatigue, muscle performance, muscle recovery, TECAR.

SUMÁRIO

1- Contextualização.....	13
2- Objetivos.....	19
2.1- Geral.....	19
2.2- Específicos.....	19
3- Metodologia.....	20
3.1- Aspectos Éticos.....	20
3.2- Participantes.....	20
3.3- Critérios de Elegibilidade.....	21
3.4- Protocolo.....	22
3.5- Grupo de Estudos.....	22
3.6- Randomização.....	22
3.7- Procedimentos.....	24
3.7.1- Avaliação da força e desempenho muscular.....	24
3.7.2- Coletas Sanguíneas.....	25
3.7.3- Avaliação da Dor Muscular Tardia.....	25
3.7.4- Termografia.....	26
3.7.5- Avaliação da saturação de O ₂ e fluxo sanguíneo muscular.....	26
3.7.6- Avaliação Qualitativa de Percepção Subjetiva do Esforço Percebida CR-100.....	27
3.7.7- Terapia de Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva.....	27
3.7.8- Protocolo de exercício excêntrico de extensão/flexão do joelho.....	28
3.8- Protocolo Experimental.....	28
3.8.1- 1- Fase de pré-procedimento e qualificação.....	29
3.8.2- 2- Fase de avaliação pré procedimento (avaliação basal)	29
3.8.3- 3- Fase de administração do procedimento.....	29
3.8.4- 4 - Fase de pós-procedimento (1 até 96 horas)	30
3.9- Análise Estatística.....	30
4- Resultados.....	31
5- Discussão.....	38
6- Considerações Finais.....	41
7- Referências Bibliográficas.....	42
8- Apêndice.....	46
APÊNDICE – Artigo.....	46
9- Anexos.....	63
ANEXO I – Termo de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	63
ANEXO II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	70
ANEXO III – Escala de percepção de esforço CR-100.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros das configurações de potência no TECAR.....	31
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma.....	23
Figura 2: Porcentagem na mudança da CVM nos diferentes tempos avaliados.....	32
Figura 3: Porcentagem na mudança da CVM entre os grupos MR pré-exercício e Controle nos diferentes tempos avaliados.....	33
Figura 4: Porcentagem na mudança da DMT entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados.....	34
Figura 5: Porcentagem na mudança no fluxo sanguíneo entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados.....	35
Figura 6: Porcentagem na mudança no índice de saturação - TSI entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados.....	36
Figura 7: Porcentagem da variação de temperatura entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados.....	37
Figura 8: Porcentagem da variação da atividade enzimática de CK entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS

TECAR	Transferência Elétrica Capacitiva e Resistida
EROs	Espécies Reativas de Oxigênio
CK	Creatina Quinase
IL-6	Interleucina 6
LAC	Lactato
LDH	Lactato Desidrogenase
CPI	Compressão Pneumática Intermitente
TOC	Terapia de Ondas de Choque Extracorpórea
TFBM	Terapia de Fotobiomodulação
DMIE	Dano Muscular Induzido por Exercício
DMT	Dor Muscular Tardia
EVA	Escala Visual Analógica
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
CVM	Contrações Voluntárias Máximas
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CNS	Conselho Nacional de Saúde
ICC	Insuficiência Cardíaca Crônica
CS	Controle-Sham
MC	Modo Capacitivo
MR	Modo Resistivo
ITS-90	Escala Internacional de Temperaturas
NIRS	Saturação de O ₂ e Fluxo Sanguíneo Muscular
SRS	Espectroscopia Espacialmente Resolvida (SRS).
TSI	Índice de Saturação de Hemoglobina Tecidual
VA	Volt-Ampere
W	Watt
Hz	Hertz
MHz	Megahertz
GHz	Gigahertz
ID	Identificação
MMII	Membros Inferiores

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No cenário esportivo, seja profissional, amador ou recreativo, grandes demandas fisiológicas são impostas aos praticantes durante os treinamentos e competições ⁽⁵¹⁾. A alta demanda física exigida na prática de exercícios intensos tem sido uma preocupação para a comunidade científica, tendo em vista uma série de publicações que estudaram a relação entre a prática de exercícios de alta intensidade e o risco de lesões ^(73; 61; 62; 43). Sabe-se que a fadiga causa modificações na biomecânica do movimento, aumentando o risco de lesões, pois está relacionada a uma diminuição no desempenho atlético, vivenciada por muitos praticantes em todos os esportes ^(73; 51).

O desenvolvimento da fadiga muscular é caracterizado por um declínio quantificado na força máxima ou capacidade de potência do músculo ⁽¹⁷⁾. É um processo complexo e multifacetado que pode estar associado ao estresse oxidativo muscular causado pelo aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) durante exercícios extenuantes ^(56; 72; 57). Com o intuito de investigar a fadiga durante duas sessões consecutivas de exercícios de alta intensidade, pesquisadores analisaram as respostas fisiológicas dos marcadores sanguíneos de dano muscular como a creatina quinase (CK) e inflamatórios, como a interleucina 6, a partir dos resultados obtidos advertiram para a importância de sessões de menor intensidade e/ou dias de descanso com intuito de ajudar a minimizar os distúrbios imunológicos e possíveis causas da fadiga ⁽¹⁴⁾. De maneira análoga, um grupo de pesquisa analisou os efeitos de treinos de alta intensidade nos marcadores de CK, IL-6 e concluíram que a intensidade dos treinos deva ser individualmente escalonada, a fim de minimizar o risco de lesão ⁽²⁵⁾. Além disso, os autores também apontaram para a importância de períodos de recuperação e dias de descanso entre as sessões de treinamento de alta intensidade ⁽²⁵⁾. Alguns estudos que verificaram os marcadores sanguíneos pós-exercícios extenuantes sugerem que o aumento dessas citocinas está associado ao dano muscular e ao aumento de neutrófilos no período de recuperação da musculatura ^(8; 75).

No entanto, em muitas modalidades e principalmente no esporte profissional esse período de descanso não é compatível aos calendários de competições e mesmo aos treinos para atletas amadores ⁽⁴³⁾. Assim, mesmo que a recuperação fisiológica da fadiga seja necessária para evitar o “overtraining” e minimizar lesões seja comprovada é frequentemente um aspecto negligenciado do desempenho atlético ⁽⁵¹⁾. Análises sobre natureza e prevalência das lesões em atletas, apontaram que a perda da técnica durante a fadiga extrema está diretamente associada a lesões e acrescentam que muitos exercícios exigem algumas técnicas

elevadas, além de alta potência sustentada ao longo do tempo ^(23; 43). Desta forma, podem provocar fadiga considerável e levar a lesões, em sessões de exercícios subsequentes ⁽⁴³⁾. Assim, o declínio no desempenho físico ocasionado pelo processo de fadiga em alguns casos pode ser responsável por lesões ^(34; 47; 2). De maneira que é possível inferir que o risco de lesões pode estar intimamente relacionado com a fadiga gerada pela alta intensidade exigida durante a prática de determinados exercícios ^(23; 73; 43).

Biomarcadores enzimáticos, como a creatina quinase (CK) e a lactato desidrogenase (LDH), vem sendo utilizados como marcadores de estresse, dano e lesão muscular ⁽⁵⁾. Além disso, em conjunto, podem mostrar o grau de adaptação metabólica dos músculos esqueléticos ⁽³³⁾. Logo após a conclusão da atividade física, normalmente, altos índices sanguíneos de CK, LDH e LAC são encontrados em praticantes de diversas modalidades, sendo esses considerados marcadores da falha de sinalização ^(60; 58).

Sabendo da iminência do dano muscular após o esforço físico, observado principalmente pelo comportamento de indicadores como CK e LDH, as informações a respeito do tempo necessário para a recuperação são ainda pouco exploradas e inconclusivas. De modo que, ao acompanhar esses indicadores de dano muscular durante períodos mais longos do que imediatamente após a atividade física, venha a oferecer informações importantes, pois estes marcadores podem atingir seu pico em momentos mais tardios ⁽¹³⁾.

Estratégias de recuperação muscular envolvem a implementação de uma técnica única ou uma combinação de técnicas a fim de potencializar e acelerar a recuperação após os exercícios e melhor preparar o atleta para a próxima atividade, além de reduzir o risco de lesões ^(16; 55). Estudos relacionados ao esporte buscam por ferramentas que possam auxiliar a amenizar os danos causados pelo exercício intenso, a fim de otimizar o tempo entre as práticas, aumentar o rendimento do atleta e prevenir lesões ⁽³⁷⁾. Assim, a diferença entre o sucesso e fracasso no esporte moderno está diretamente ligado à efetividade da recuperação ⁽³⁷⁾. Assim, existem evidências que destacam a relevância da investigação de recursos que favoreçam a recuperação muscular de acordo com a demanda física exigida pelo esporte. Clinicamente para se obter a recuperação da fadiga muscular e consequentemente aumento desempenho, diversos recursos terapêuticos são utilizados em atletas, associados aos treinos e competições. E apesar de apresentarem, ou não evidência científica, são amplamente aplicados na prática clínica ⁽¹⁾. Nessa situação uma ampla gama de modalidades tradicionais e não convencionais é sugerida para acelerar a recuperação após exercícios ou esportes como massagem ⁽¹¹⁾, imersão em água ⁽²⁴⁾, banhos de contraste ⁽⁷⁰⁾, roupas compressivas, alongamento ⁽⁴⁸⁾, crioterapia ⁽³²⁾ e também Compressão Pneumática Intermitente - CPI, terapia de ondas de choque extracorpórea - TOC

e a Terapia de Fotobiomodulação - TFBM ^(28; 19; 45; 68; 12), que além de empregados na prática clínica, são geralmente aceitos como benéficos. Na prática clínica, é comum que as modalidades sugeridas sejam realizadas como monoterapias ou como adjuvantes de outros métodos, modalidades ou tratamentos.

Ainda na esfera esportiva, os exercícios de resistência têm efeitos fisiológicos benéficos e são altamente recomendados como uma estratégia para minimizar a perda de massa e função muscular ao longo dos anos, melhorando seu desempenho e a qualidade de vida do indivíduo ⁽²⁰⁾. No entanto, também foi confirmado que exercícios não habituais, especialmente contrações musculares excêntricas de alta carga, estão associados a danos musculares temporários, dores musculares, reduções na produção de força muscular e inflamação muscular transitória ⁽⁵⁰⁾. Esse fenômeno é conhecido como dano muscular induzido por exercício (DMIE) e é caracterizado por sintomas que se apresentam imediatamente, podendo se estender por até 14 dias após a sessão inicial de exercícios ⁽⁵⁹⁾.

O DMIE se manifesta como uma diminuição temporária na função muscular (por exemplo, diminuição na produção de força e aumento na tensão passiva), aumento da dor muscular, aumento do inchaço dos músculos envolvidos e aumento de proteínas intramusculares no sangue ⁽⁵⁰⁾. A maioria dos danos ocorre quando a sessão de exercícios é nova e realizada de forma excêntrica ⁽⁵⁹⁾. Embora as contrações excêntricas sejam potencialmente prejudiciais, há vários benefícios em conduzir essa ação muscular em esportes ou reabilitação tardia, pois elas produzem maiores ganhos em hipertrofia e aumentos na força específica da contração excêntrica do que as contrações concêntricas ^(29; 20; 59). Além disso, o trabalho excêntrico exige menor custo metabólico do que o trabalho concêntrico ^(39; 30). Especificamente, as contrações musculares excêntricas melhoram o desempenho também durante a fase concêntrica dos ciclos de alongamento-encurtamento, o que é importante em modalidades esportivas que envolvem corrida, salto e arremesso ⁽⁷¹⁾. Os músculos ativados durante os movimentos de alongamento também podem funcionar como amortecedores, para desacelerar durante tarefas de aterrissagem ou para lidar precisamente com a alta carga externa demandada por alguns esportes ⁽⁶⁾. Estudos disponíveis em indivíduos treinados revelaram que o treinamento excêntrico pode aumentar ainda mais a força e a potência muscular máximas, otimizando ainda mais o comprimento do músculo para o desenvolvimento máximo de tensão em um maior grau de extensão, com potencial para melhorar a coordenação muscular durante tarefas excêntricas ⁽⁷¹⁾. Além disso, o exercício excêntrico demonstrou reduzir as taxas de lesões nos músculos isquiotibiais em 60% a 70% em vários esportes e foi implementado na

reabilitação atlética de tendinopatias, distensões dos isquiotibiais e reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) ⁽⁴¹⁾.

O DMIE é avaliado indiretamente usando uma variedade de métodos, incluindo marcadores sanguíneos, escalas de dor, medição da amplitude de movimento e saída de força/torque, ressonância magnética ou diretamente usando biópsias musculares ⁽⁴²⁾. Contrações voluntárias máximas (CVM) ou explosivas são os melhores indicadores para DMIE e seus métodos de avaliação seguem as vias de dano muscular ^(9; 59). As vias primárias, metabólicas e mecânicas do dano muscular ocorrem após exercícios excêntricos e a via metabólica do dano muscular é iniciada pela isquemia ou hipóxia durante exercícios intensivos prolongados ^(53; 59). A via mecânica do dano muscular está relacionada à sobrecarga mecânica das miofibrilas, pois as contrações excêntricas são mais poderosas e requerem menos energia por unidade de torque, e o alongamento dos sarcômeros não é uniforme, o que resulta em alguns miofilamentos sendo esticados além do ponto de sobreposição de actina-miosina, sofrendo danos mecânicos, podendo ser rompidos ⁽⁴⁶⁾. Secundariamente, um aumento do Ca_2^+ intracelular leva a mais danos miofibrilares ⁽²²⁾.

Não há evidências concretas de tratamentos preventivos para DMIE, como suplementação oral, medicamentos anti-inflamatórios, alongamentos, massagens, terapias elétricas, crioterapia ou exercícios. No entanto, a combinação da terapia elétrica com o uso de radiofrequência, conhecida como transferência elétrica capacitiva-resistiva (TECAR), é usada em reabilitação física e medicina esportiva no tratamento de lesões musculares, ósseas, ligamentares e tendinosas ^(65; 66). A TECAR apresentou resultados positivos após exercícios intensos, com efeitos na recuperação mais rápidas dos parâmetros biomecânicos de corrida em relação ao repouso passivo ⁽¹⁵⁾. O mecanismo de ação da terapia TECAR depende da interação das correntes de radiofrequência com as estruturas biológicas, resultando ainda em aumento endógeno da temperatura ^(65; 66). As respostas termo fisiológicas resultantes ao calor podem levar a benefícios terapêuticos, como a estimulação do fluxo sanguíneo, aumentando os processos de fornecimento de oxigênio e substâncias nutricionais e a remoção de resíduos metabólicos ^(65; 38). A terapia TECAR é térmica e não invasiva, pois trata-se de uma terapia que se integra no grupo das ondas eletromagnéticas, mais precisamente na diatermia, definida como procedimento de aquecimento do corpo por via interna por meio de correntes elétricas alternadas de alta frequência ⁽²⁶⁾. Assim, a terapia produz um efeito endotérmico dependente da potência aplicada e da impedância dos diferentes tecidos durante a passagem da corrente ⁽⁶⁹⁾.

Por ser baseada em uma corrente elétrica de radiofrequência capacitiva-resistiva em uma frequência que pode variar entre 0,45 e 0,6 MHz, se diferencia da diatermia de ondas curtas, que é significativamente maior (27 MHz) podendo causar contrações musculares, da hipertermia (454 MHz) e da terapia radar (2,5 GHz) ^(21; 26; 27). Logo, com a utilização de uma frequência que se aproxima da ressonância do corpo a TECAR provoca um efeito térmico devido a absorção de energia e não induz efeitos colaterais como edema e queimaduras dérmicas ou epidérmicas, como pode ocorrer em outras terapias térmicas ^(31; 27). Além disso, mais uma vantagem da aplicação da TECAR é o fato de não haver necessidade da utilização de energia com frequências muito elevadas para que haja efeito sobre os tecidos profundos, o que poderia provocar limitações na aplicação e problemas térmicos ⁽⁶⁹⁾.

A TECAR possui duas componentes, a capacitiva e a resistiva. Na capacitiva a transferência de energia é feita através de um eletrodo capacitivo, denominado dielétrico, isolado com um material em cerâmica. As cargas acumulam-se na proximidade do eletrodo, e os efeitos são no nível de tecidos moles e líquidos ⁽²¹⁾. O circuito é feito por um condensador com dois quadros, uma placa de metal condutora (placa de retorno) e um eletrodo dielétrico, no lado oposto da superfície entre os dois, um condutor (tipo 2) é formado a partir do tecido biológico. Este condutor tipo 2 é caracterizado por correntes de deslocamento e não de condução (tipo 1), promovendo um maior aumento de energia nos músculos perto do eletrodo ⁽⁵²⁾. Assim, se o eletrodo é mantido imóvel, a sensação de calor sobre a pele pode ficar intolerável abruptamente, de maneira que o movimento do eletrodo deve estar permanentemente em movimento ^(21; 52).

Na fase resistiva, a transferência de energia é feita através de um eletrodo não isolado onde as cargas vão se acumular entre o eletrodo e o contra eletrodo, como uma placa de retorno que permite fechar o circuito ⁽⁵²⁾. Estas cargas juntam-se nos tecidos biológicos mais resistivos, os quais se comportam como um dielétrico e sobrepõem-se aos elétrodos capacitivos ⁽²¹⁾. O eletrodo resistivo é um eletrodo metálico, portanto condutor, os tecidos resistivos serão tendões, ligamentos, ossos, junções osteo tendinosas, articulações, tecido fibrótico, cartilagem, fásia músculo tendinosa. A energia resistiva age em profundidade e a sua ação possibilita atingir zonas que eram inacessíveis até então. Existe também um aumento de temperatura em profundidade ⁽⁶⁷⁾. Nesse caso, a densidade de energia mais alta localiza-se perto da superfície dos ossos, ao nível da inserção dos tendões, dos ligamentos, e das articulações ^(21; 52). Portanto, o eletrodo pode ficar imóvel, e a sensação de aumento de energia irá fazer-se sentir nos locais mencionados anteriormente ^(21; 52).

De maneira geral, a aplicação da TECAR é simples e adapta-se facilmente ao tratamento proposto. Por não se tratar de uma radiação direta, não provoca sobreaquecimento da pele, podendo ser utilizada mais de uma vez por dia no mesmo paciente ⁽⁶⁷⁾. Embora, existam resultados promissores para o uso da TECAR na reabilitação e recuperação esportiva, não há dados sobre sua eficácia na recuperação e desempenho de atletas (profissionais ou recreacionais) após atividades esportivas com exercícios de alta intensidade e grandes demandas fisiológicas. Contudo, são necessários estudos randomizados e controlados para confirmar esta avaliação positiva. Ensaio clínico que examinem os efeitos terapêuticos da TECAR no desempenho e recuperação de praticantes de atividade física, são de grande valia para fornecer evidências suficientes a fim de estabelecer protocolos consistentes e eficazes, visando retardar a melhora da performance e diminuição do tempo de recuperação muscular, minimizando os riscos de lesão a esses indivíduos. Com pesquisa e desenvolvimento contínuos, a TECAR tem a possibilidade de se consolidar como uma opção de tratamento a ser amplamente adotada e benéfica para atletas profissionais, amadores ou mesmo aos que praticam atividades físicas de maneira recreacional. De modo que a condução de novos estudos tem o potencial de influenciar o efeito estimado, principalmente se forem estudos que apresentem alta qualidade metodológica e tamanho de amostra adequado. Assim, o presente estudo visa propiciar prova de conceito e a otimização do protocolo para o uso de TECAR no desempenho do exercício e na recuperação pós exercício anaeróbio.

Com base nos estudos anteriormente mencionados, é sabido que o uso de TECAR apresenta bons resultados em diferentes condições clínicas do sistema músculo esquelético. Porém, os estudos apontam que os efeitos positivos dependem diretamente do protocolo utilizado para tratar o tecido. Dessa forma, mesmo a terapia com a TECAR já tendo apresentado resultados importantes, não há consenso sobre um método de tratamento eficaz para o desempenho e melhoria da recuperação muscular em praticantes de atividades físicas com exercícios intensos. Logo, estudos são necessários para que padrões mais claros de utilização dessa terapia sejam estabelecidos, além do desenvolvimento de protocolos seguros e eficazes. Pois, uma ampla gama de aplicações tem sido utilizada, muitas vezes, tornando os efeitos da terapia menores ou mesmo nulos. Assim, ensaios clínicos controlados se fazem importantes para otimização do protocolo para o uso de TECAR, a partir do desenvolvimento de critérios e estabelecimento de condições nas quais essa terapia seja efetiva para o desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício. Neste sentido, o presente estudo visa fornecer prova de conceito e otimização do protocolo de tratamento para o uso de TECAR no desempenho do exercício e na recuperação muscular pós-exercício.

Com base em estudos anteriores que observaram que a TECAR demonstra bons resultados no tratamento de condições músculo esqueléticas, apresentamos a hipótese de que a terapia TECAR será capaz de causar melhora do desempenho e diminuição do tempo de recuperação do músculo esquelético após contrações excêntricas dos extensores do joelho. De modo que os efeitos estão diretamente relacionados ao protocolo empregados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

O presente projeto de pesquisa teve como objetivo geral fornecer prova de conceito e otimização do protocolo de tratamento para o uso da terapia por TECAR no desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício.

2.2 Objetivos específicos:

- Verificar os efeitos da TECAR na força muscular e desempenho dos participantes a partir da avaliação da contração máxima voluntária (CVM).
- Analisar os efeitos da TECAR sobre marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular.
- Avaliar os efeitos da TECAR na avaliação da dor muscular tardia, como desfecho clínico.
- Avaliar a influência térmica da TECAR na pele da região tratada.
- Analisar os efeitos da TECAR nas variáveis relacionadas a recuperação da fadiga por meio da percepção de esforço.
- Analisar os efeitos da terapia TECAR na saturação de O₂ e fluxo sanguíneo muscular da região tratada.

3. METODOLOGIA

3.1 Aspectos éticos

Foi realizado um ensaio clínico randomizado controlado e duplo-cego (participantes e avaliadores cegos), visto que, por meio deste delineamento de estudo é possível estimar o efeito da intervenção de forma precisa e com o mínimo de viés (Herbert et al., 2005). Previamente a realização deste estudo o projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), tendo sido aprovado sob protocolo número 7.083.912 (Anexo I). Posteriormente, foi registrado no site *clinicaltrials.gov*, previamente ao início da coleta de dados.

Os participantes foram informados sobre todos os procedimentos do estudo antes de sua realização e o protocolo só teve início mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – Anexo II), conforme determina a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), do Ministério de Saúde, Brasília – DF.

3.2 Participantes

Foram recrutados para o estudo 50 participantes do sexo masculino, com idades entre 25 e 35 anos, fisicamente ativos, que pratiquem atividade física no mínimo uma vez por semana. Que foram recrutados entre alunos e funcionários da Universidade Nove de Julho, bem como, contatados via correio eletrônico, telefone ou mesmo contato pessoalmente. Os participantes não deveriam apresentar diagnóstico de qualquer lesão musculoesquelética nos quadris ou joelhos nos dois meses que antecederão o estudo, bem como não estarem fazendo uso de agentes farmacológicos.

Na ausência de estudos que utilizaram a TECAR para a melhoria no desempenho e diminuição no tempo de recuperação do músculo esquelético após contrações excêntricas dos extensores do joelho, o número de participantes do presente estudo foi embasado no estudo de Paiva et al.,⁽⁵¹⁾ que utilizaram o mesmo protocolo de indução de fadiga, bem como o mesmo desfecho primário em seu ensaio clínico. Assim, o estudo contou com a participação voluntária de 50 participantes, 10 em cada grupo, os quais foram tratados uma vez e avaliados em sete diferentes momentos (início do estudo, imediatamente após o tratamento e imediatamente após o protocolo de exercícios (a ordem dessas duas avaliações dependerá de quando a intervenção

será realizada: antes ou depois do protocolo de exercícios) e 1h, 24h, 48h, 72h e 96h após o protocolo de exercícios. Abaixo a descrição metodológica completa do presente estudo.

3.3 Critérios de elegibilidade

Critérios de inclusão:

- Participantes do sexo masculino, entre 25 e 35 anos de idade e fluência em português.
- Praticantes de atividade física por no mínimo uma vez por semana.
- O paciente deveria se comprometer a participar de 100% da coleta de dados.
- O participante deveria se abster de consumir medicamentos e outras substâncias de venda livre e/ou prescritas destinadas ao alívio da dor e/ou inflamação e reportar ao pesquisador responsável a partir do início do estudo qualquer dor muscular ou articular que possa surgir no decorrer do protocolo.
- TCLE assinado.

Critérios de exclusão:

- Pacientes do sexo feminino.
- Participantes que apresentaram histórico de lesão musculoesquelética nas regiões do quadril, joelhos e tornozelo no mês que antecede o estudo.
- Participantes que fizeram tratamento ou *recovery* fisioterapêutico na última semana que antecede o estudo.
- Participantes que estivessem fazendo uso de agentes farmacológicos corticosteroides (anti-inflamatórios esteroidais, analgésicos ou miorrelaxantes) e anti-inflamatórios não esteroidais, previamente ao início e durante a realização do estudo.
- Participantes que apresentaram algum tipo de lesão musculoesquelética ou neurais nos membros inferiores.
- Participantes que estivessem realizando outros tratamentos e/ou terapias para lesão musculoesquelética ou neurais nos membros inferiores.
- Câncer ativo ou tratamento para câncer nos últimos 6 meses.
- Condições cardíacas significativas, incluindo insuficiência cardíaca crônica (ICC) e dispositivos cardíacos implantáveis, como marca-passo.
- Contraindicações médicas, físicas ou outro tipo de contraindicação, como sensibilidade à terapia TECAR.

- Doenças mentais graves, como demência ou esquizofrenia e internação psiquiátrica nos últimos dois anos.
- Deficiência de desenvolvimento ou comprometimento cognitivo que, na opinião do pesquisador, impeça a compreensão adequada do termo de consentimento informado (TCLE) e/ou capacidade de preencher as avaliações dos resultados do estudo.

3.4 Protocolo

Primeiramente os participantes foram recepcionados pelo avaliador do estudo que determinou sua elegibilidade ou não. Aqueles considerados elegíveis foram informados quanto aos objetivos e protocolo do estudo e orientados a preencher o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme determina a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Posteriormente, será preenchida uma ficha com os dados sociodemográficos e história clínica do participante.

Após a coleta dos dados e anamnese, início-se a avaliação basal e posteriormente todos os participantes elegíveis serão aleatorizados e divididos em 5 grupos de tratamento (n=10), controle-*sham*, modo capacitivo antes do exercício, modo resistivo antes do exercício, modo capacitivo após o exercício e modo resistivo após o exercício.

3.5 Grupos de estudo

Os participantes foram aleatoriamente distribuídos nos cinco grupos (CS, MC pré-exercício, MR pré-exercício, MC pós-exercício e MR pós-exercício) e submetidos um tratamento único, com duração de 10 minutos, imediatamente antes ou imediatamente após o protocolo de exercícios com a terapia TECAR nos músculos extensores do joelho (quadríceps). Os participantes receberam aplicação da terapia de acordo com o grupo de alocação, uma vez previa ou posteriormente a realização do protocolo de exercício excêntrico.

3.6 Randomização

Os participantes só foram randomizados após a confirmação de que foram elegíveis para o estudo, por meio de uma sequência de códigos gerada pelo site random.org. O procedimento foi realizado por um pesquisador que não teve envolvimento nas demais fases

do estudo, garantindo que a randomização e a sequência de alocação gerada sejam ocultas aos demais pesquisadores participantes do estudo. Foram gerada uma randomização simples com proporção de alocação 1:1:1:1:1. O mesmo pesquisador ficou responsável por programar o dispositivo de TECAR e codificou os tratamentos de acordo com a randomização prévia. Logo, os pacientes foram alocados nos 5 grupos experimentais de acordo com o tipo e o momento que receberam a terapia:

- A → CS: Controle-Sham (n=10): intervenção falsa - massagem com a sonda com o aparelho desligado antes ou depois do protocolo de exercício excêntrico dependendo da randomização;
- B → MC: pré-exercício (n=10): participante receberam a terapia TECAR no modo capacitivo antes da realização do protocolo de exercício excêntrico (pré-condicionamento);
- C → MR: pré-exercício (n=10): participante receberam a terapia TECAR no modo resistivo antes da realização do protocolo de exercício excêntrico (pré-condicionamento);
- D → MC: pós-exercício (n=10): participante receberam a terapia TECAR no modo capacitivo após a realização do protocolo de exercício excêntrico (recuperação);
- E → MR: pós-exercício (n=10): participante receberam a terapia TECAR no modo resistivo após a realização do protocolo de exercício excêntrico (recuperação).

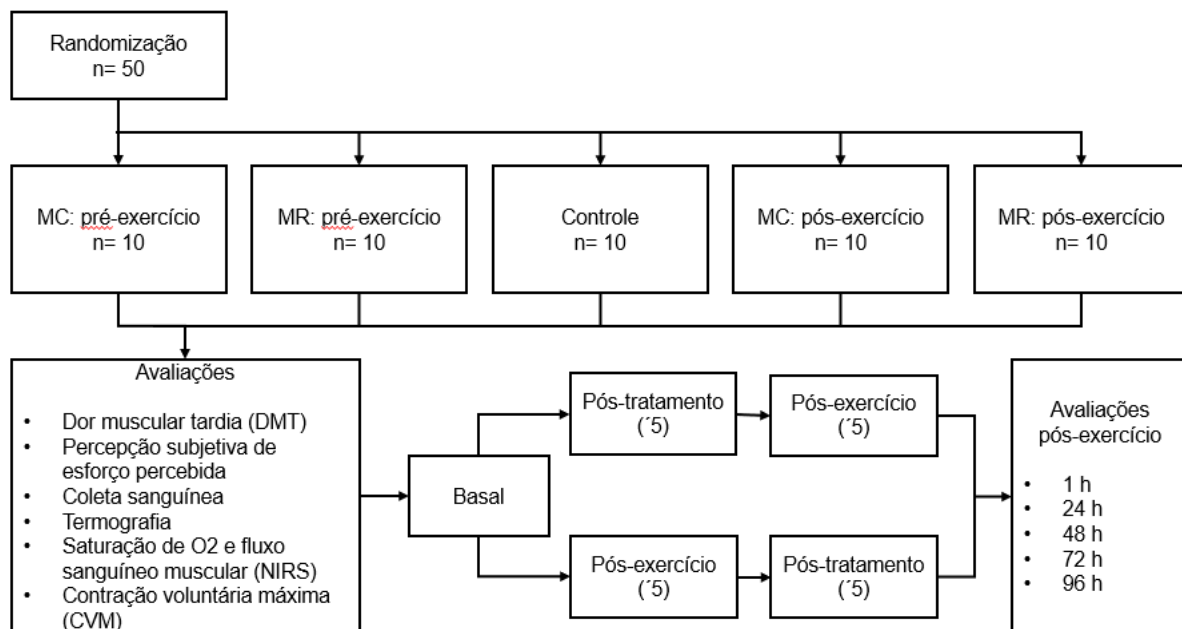


Figura 1. Fluxograma. (MC: Modo Capacitivo pré-exercício; MR: Modo Resistivo pré-exercício; MC: Modo Capacitivo pós-exercício; MR: Modo Resistivo pós-exercício; Controle-Placebo.)

Tanto as terapias ativas, como a controle-*sham* foram aplicadas por um pesquisador que não tinha conhecimento a respeito da programação do dispositivo dependendo do grupo de alocação do participante, garantindo assim o cegamento. Todos os programas (CS, MC pré-exercício, MR pré-exercício, MC pós-exercício e MR pós-exercício), apresentaram o mesmo aspecto de luz, ruído e tempo de duração. Pois o programa CS foram configurados de modo a ter a mesma aparência física que os ativos, incluindo qualquer saída de luz visível e som, tornando-se indistinguíveis tanto ao pesquisador quanto ao participante que recebeu a terapia. O pesquisador responsável por programar os dispositivos foi orientado a não revelar a programação até a finalização do estudo, assegurando o cegamento quanto aos tratamentos ativos e controle-*sham* para avaliadores e pacientes.

3.7 Procedimentos

3.7.1 Avaliação da força e desempenho muscular (CVM):

Para avaliar a força e função muscular foram realizado um protocolo de exercícios excêntricos em um dinamômetro isocinético para medir a contração voluntária máxima (CVM). O protocolo foi realizado imediatamente após os exercícios de alongamento e aquecimento que foram instruídos por um pesquisador habilitado.

Para realização do protocolo os participantes foram orientados a sentar com as costas eretas no dinamômetro isocinético (System 4, Biodex®, EUA) com ângulo de 100° entre o tronco e quadril e fixados por duas tiras cruzando o tronco. A perna não dominante foi posicionada a 60° de flexão (0° corresponde à extensão completa do joelho) e fixada ao assento do dinamômetro por tiras. A perna dominante foi posicionada a 100° de flexão do quadril e fixada também. Os participantes foram instruídos a cruzar os braços sobre o tronco, e o eixo do dinamômetro foi posicionado paralelo ao centro do joelho. O teste de CVM consistiu em três contrações isométricas de 5 segundos dos extensores do joelho da perna não dominante⁽⁵¹⁾. O maior valor de torque das três contrações (pico de torque) foi usado para a análise estatística. Instruções sobre como executar o teste foram dadas anteriormente ao início do exercício com o participante posicionado na cadeira do dinamômetro e durante a execução do teste receberam incentivo verbal. O mesmo pesquisador realizou todas as avaliações de CVM e esse pesquisador foi cego para a randomização dos participantes.

3.7.2 Coletas sanguíneas:

Para realização das análises bioquímicas, amostras sanguíneas foram coletadas (5ml, por meio de punção da veia ante cubital) previamente ao início de qualquer intervenção (basal), imediatamente após o tratamento e imediatamente após a realização do protocolo de exercícios de acordo com o grupo de alocação do participante, pois essa ordem dependeu do momento que a intervenção foi realizada (antes ou depois do protocolo de exercícios). Também foram coletadas amostras sanguíneas 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após a realização do protocolo de exercícios. As amostras foram coletadas por uma enfermeira, que não teve conhecimento sobre a alocação do participante em cada terapia. A partir de 20 minutos até uma hora após a obtenção de cada amostra, essas foram centrifugadas a 3000 rpm durante 20 minutos. O soro foi armazenado em tubos (Eppendorf®) e mantido a -80° C para as análises posteriores.

A partir das amostras sanguíneas coletadas foram analisados a concentração da enzima creatina quinase (CK) como marcador de dano muscular, por meio do método ELISA utilizando kits de reagentes Sigma-Aldrich®, seguindo as instruções do fabricante. As análises foram realizadas em triplicata e o valor mediano foi considerado para análise estatística.

3.7.3 Avaliação da Dor Muscular Tardia (DMT):

Para avaliação da dor muscular tardia, como desfecho clínico, foi utilizada a Escala Visual Analógica (EVA), que consiste em uma linha horizontal de 10 centímetros numerada com um ponto inicial 0 e final 10, na qual o paciente deve informar (autorrelato) a posição referente à avaliação do grau da dor.

Para classificação do grau da dor, os participantes foram apresentados a escala e orientados a classificar o grau indicativo a dor sentida no momento. Esse procedimento foi realizado previamente ao início de qualquer intervenção (basal), imediatamente após o tratamento e imediatamente após a realização do protocolo de exercícios de acordo com o grupo de alocação do participante, pois essa ordem depende do momento que a intervenção foi realizada (antes ou depois do protocolo de exercícios). Também foi questionado sobre o grau da dor 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após a realização do protocolo de exercícios.

O participante teve que marcar na linha o local que represente a dor posteriormente o avaliador utilizou uma régua para numerar a marca registrada pelo paciente, obtendo-se uma resposta numérica para a dor, que então é graduada. O pesquisador que realizou a avaliação não tinha conhecimento sobre o grupo de alocação do participante.

Exemplo de EVA:

0	10
1	1

3.7.4 Termografia:

Para aferir da temperatura na região onde ocorreu a intervenção, a fim de avaliar a influência térmica de TECAR na temperatura da pele, foi empregado o uso de uma câmera termográfica (WellVu, IR Pad 640 P, Orlando, FL, EUA). O software que foi utilizado (ThermaCAM Researcher Pro 2.8 SR-1) inclui ferramentas para quantificar as temperaturas aferidas. As temperaturas foram mensuradas com precisão de 50 mK a 30°C com acurácia de $\pm 2\%$ de acordo com informações do fabricante. A câmera empregada no estudo foi calibrada perante um corpo negro, com emissão de $\epsilon=0.99$ e distância de 1m, com base na escala internacional de temperaturas (ITS-90).

A câmera foi posicionada a 1 m da região a ser avaliada (músculo quadríceps) e a temperatura cutânea foi anotada. As leituras termográficas foram registradas previamente ao início de qualquer intervenção (basal), imediatamente após o tratamento e imediatamente após a realização do protocolo de exercícios de acordo com o grupo de alocação do participante, pois essa ordem dependeu do momento que a intervenção foi realizada (antes ou depois do protocolo de exercícios), também 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após a realização do protocolo de exercícios.

Os valores foram aferidos e as temperaturas máximas da área no local pré-definido, músculos extensores do joelho (quadríceps) e esses dados foram posteriormente utilizados para análise estatística.

3.7.5 Avaliação da saturação de O₂ e fluxo sanguíneo muscular (NIRS):

Mensurações contínuas das tendências de oxigenação do tecido muscular foram obtidas por meio do sistema de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) portátil, PortaMon, Artinis, Medical Systems, BV, Holanda. O dispositivo NIRS foi posicionado no quadríceps (músculo) da perna que recebeu a intervenção (não dominante), sobre a porção média, entre o trocanter maior do fêmur e o epicôndilo femoral lateral - músculo vasto lateral, ⁽³⁵⁾. Para garantir que o detector não se movesse em relação à pele do participante, o dispositivo foi fixado na posição usando uma faixa com velcro fornecida pelo fabricante. O dispositivo NIRS usado neste estudo é um sistema contínuo de comprimento de onda duplo, que usa

simultaneamente a lei modificada de Beer-Lambert e métodos de espectroscopia espacialmente resolvida (SRS). O índice de saturação de hemoglobina tecidual (TSI), que é expresso em % e calculado como $[O_2Hb] / ([O_2Hb] + [HHb]) \times 100$, foi calculado usando o método SRS ^(49; 63). Durante o teste, o PortaMon foi utilizado para os dados dentro da capacidade de memória interna do dispositivo. Esses dados posteriormente foram baixados para análise por meio de um programa de software online. A aquisição de dados foi amostrada a uma taxa de 10 Hz para conversão analógico-digital e análise subsequente. Os valores de TSI basal e mínimo (%) foram calculados como a média de trinta segundos antes do início do exercício e a média de um segundo em torno do menor valor durante a seção de rotina analisada. O ΔTSI , portanto, foi calculado como o valor de base menos o valor mínimo, por exemplo, $TSI_{Baseline} - TSI_{Min} = \Delta TSI$.

3.7.6 Avaliação Qualitativa de Percepção Subjetiva do Esforço Percebida CR-100:

Como indicador de carga interna, a escala de percepção de esforço CR-100 ^(7; 74) foi utilizada (Anexo III). Essa escala é simples, não-invasiva, sem custos e validada para mensuração da intensidade do exercício ^(74; 55; 54). Além disso é considerada mais precisa do que a escala CR-10 ^(18; 44). A fim de mensurar a carga interna reportada periférica (músculos), os participantes foram questionados a atribuir uma nota de 0 a 100 para o cansaço/fadiga na perna (RPE-MI). Para isso, a escala foi apresentada ao participante para que ele quantificasse o seu estado naquele momento específico. Todos os detalhes quanto ao preenchimento e a interpretação da escala foram explicados pelo pesquisador antes do início de qualquer procedimento e os pesquisadores se certificaram da compreensão de cada participante. O preenchimento foi realizado individualmente antes de qualquer intervenção (basal), imediatamente após o tratamento e imediatamente após a realização do protocolo de exercícios de acordo com o grupo de alocação do participante, pois essa ordem depende do momento que a intervenção foi realizada (antes ou depois do protocolo de exercícios). Também foi questionado sobre o grau da dor 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após a realização do protocolo de exercícios.

3.7.7 Terapia de Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR):

A TECAR (ativas ou controle) teve início imediatamente antes ou após a conclusão do exercício excêntrico padronizado de extensão/flexão do joelho no dinamômetro isocinético, de acordo com a randomização. Foi realizado um único tratamento com duração de 10 minutos.

Para a realização da terapia TECAR foi empregado o dispositivo fabricado pela *Multi Radiance Medical*[®] (Solon, OH, EUA) de 448 kHz, com potência de 350 VA ou 100 W. A aplicação foi realizada no membro inferior não dominante do participante imediatamente antes ou após a conclusão do exercício excêntrico por um pesquisador (fisioterapeuta) treinado. Para receber a terapia o participante estava sentado com as pernas em extensão e relaxadas, a TECAR foi aplicada no músculo quadríceps, em uma única sessão com duração de 10 minutos, tanto para modo capacitivo como resistivo. A fim de reduzir a resistência cutânea, umedecer o tegumento e minimizar o atrito entre a pele e o eletrodo foi utilizado um creme de acordo com a orientação do fabricante. A sonda foi movida para cima e para baixo ao longo da linha do tendão da coxa, bem como em movimento circular com leve pressão para garantir um bom contato. Os sinais emitidos pelo equipamento foram idênticos, independente da aplicação ser ativa ou não (controle-*sham*).

3.7.8 Protocolo de exercício excêntrico de extensão/flexão do joelho:

O protocolo de exercício excêntrico de extensão/flexão do joelho foi realizado com a utilização do dinamômetro isocinético (System 4, Biodex[®], EUA). Os participantes foram orientados a sentar com as costas eretas no dinamômetro isocinético com ângulo de 100° entre o tronco e quadril e fixados por duas tiras cruzando o tronco. Foi realizado o protocolo de contração excêntrica padronizado, que consistiu em 75 contrações isocinéticas excêntricas da musculatura extensora do joelho na perna não dominante (5 séries de 15 repetições, intervalo de descanso de 30 s entre as séries) a uma velocidade de 60°seg⁻¹ tanto na flexão quanto na extensão dos movimentos do joelho com uma amplitude de movimento de 60° (entre 90° e 30° de flexão do joelho). A cada contração, o dinamômetro posicionou automaticamente (passivamente) o joelho a 30°; o dinamômetro então flexionou o joelho até atingir 90°^(3; 4). Os participantes foram instruídos a resistir ao movimento de flexão do joelho imposto pelo dinamômetro com força máxima. Instruções sobre como executar o protocolo foram previamente fornecidas pelo pesquisador, e os participantes receberam incentivo verbal durante todo o protocolo. O pesquisador responsável por aplicar o protocolo foi cego à randomização e alocação dos participantes nos grupos experimentais.

3.8 Protocolo Experimental

O protocolo experimental do presente estudo contou com 4 fases.

3.8.1 1 - Fase de pré-procedimento e qualificação

Essas atividades foram realizadas antes do início da administração de qualquer procedimento do estudo e foram compostas por: avaliação de qualificação de acordo com os critérios de elegibilidade, pois os participantes deveriam satisfazer os critérios de inclusão para serem elegíveis ao estudo, assinatura do TCLE voluntariamente pelo participante; atribuição de um número de identificação (ID) ao participante com base em sua ordem de entrada no estudo; e por fim, randomização do participante ao grupo de procedimento (CS, MC pré-exercício, MR pré-exercício, MC pós-exercício e MR pós-exercício).

3.8.2 2 - Fase de avaliação pré procedimento (avaliação basal)

A fase de pré procedimento foi realizada após à conclusão da fase de qualificação, antes do início da administração do tratamento ou protocolo de exercício excêntrico, de acordo com a randomização do participante. E foi composta pela avaliação dos dados demográficos, também foi avaliada a força/função muscular (CVM).

Além disso, foram realizados os registros da classificação de DMT (dor muscular tardia) por meio da EVA, a mensuração da percepção do esforço, fadiga muscular de MMII (CR-100), bem como, a tomada da temperatura da região a ser tratada (músculo quadríceps) por termografia. Ainda foi realizada a avaliação da saturação de O₂ muscular e do fluxo sanguíneo local (NIRS). Todas as avaliações foram realizadas por pesquisadores que não tinham conhecimento da alocação dos participantes nos diferentes grupos experimentais. Na sequência foi realizada a coleta sanguínea, para posterior análise de CK, pela enfermeira responsável que também não tinha conhecimento a respeito da alocação dos participantes.

3.8.3 3 - Fase de administração do procedimento

A administração do tratamento ou protocolo de exercício excêntrico (de acordo com a randomização) teve início imediatamente após a conclusão da fase de avaliação pré-procedimento.

Caso o grupo de alocação dos participantes indicasse que ele deve receber a terapia antes do protocolo de exercício (grupos CS, MC pré-exercício ou MR pré-exercício), a TECAR foi aplicada por um único pesquisador. O tratamento teve duração de 10 minutos em uma única aplicação (tratamento único). Para os participantes dos grupos que receberam a terapia após o

protocolo de exercício (CS, MC pós-exercício e MR pós-exercício) a mesma terapia (TECAR) foi aplicada de acordo com a randomização, porém imediatamente após a realização do protocolo de exercício excêntrico.

O protocolo de exercício excêntrico teve início antes ou imediatamente após a realização da TECAR. Foi realizada uma única sessão de exercício composta por 75 contrações isocinéticas excêntricas da musculatura extensora do joelho na perna, divididas em 5 séries de 15 repetições, intervalo de descanso de 30 s entre as séries.

De acordo com a randomização, na sequência, imediatamente após o protocolo de exercício ou TECAR e os participantes foram novamente avaliados, as avaliações contaram com: força/função muscular (CVM); registros da classificação de DMT (dor muscular tardia) por meio da EVA; mensuração da percepção do esforço, fadiga muscular de MMII (CR-100); tomada da temperatura da região a ser tratada (músculo quadríceps) por termografia; análise da saturação de O₂ muscular e do fluxo sanguíneo local (NIRS); e coleta sanguínea, para posterior análise de CK.

O participante também foi questionado se houve algum evento adverso em relação a terapia. Os pesquisadores responsáveis, pelas avaliações não tinham conhecimento a respeito do grupo de alocação dos participantes.

3.8.4 4 - Fase de pós-procedimento (1 até 96 horas)

Abrangeu um período de uma hora até 96 horas após a intervenção (tratamento TECAR ou protocolo de exercício, de acordo com o grupo de alocação). Nesse período o participante teve que retornar após 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após a última intervenção para que fossem realizadas as seguintes avaliações: força/função muscular (CVM); registros da classificação de DMT (dor muscular tardia) por meio da EVA; mensuração da percepção do esforço, fadiga muscular de MMII (CR-100); tomada da temperatura da região a ser tratada (músculo quadríceps) por termografia; análise da saturação de O₂ muscular e do fluxo sanguíneo local (NIRS); e coleta sanguínea, para posterior análise de CK.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi conduzida seguindo os princípios de análise por intenção de tratamento (Hollis et al., 1999; Elkins et al., 2015). Os resultados obtidos foram testados quanto à sua normalidade com o teste de Shapiro-Wilk. Os dados paramétricos foram expressos em

média e desvio padrão, e os não paramétricos em mediana e seus respectivos limites superiores e inferiores. Para análise do desfecho primário foi aplicado o Teste Exato de Fisher, a fim de comparar a proporção de sucesso entre os grupos, considerando a randomização e as covariáveis importantes entre os grupos com significância estatística estabelecida em $p < 0,05$. Para os desfechos secundários ocorreram as seguintes avaliações, teste ANCOVA para avaliação dos dados obtidos por meio das médias individuais das demais variáveis obtidas em cada avaliação, com significância estatística estabelecida em $p < 0,05$. Os dados foram analisados em termos de seus valores absolutos e porcentagem de mudança com base nos valores estabelecidos a partir dos testes de linha de base com nível de significância estabelecido em $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Cinquenta homens saudáveis foram recrutados para este estudo e todos completaram os procedimentos sem desistências. A amostra apresentou idade média de 29 anos (± 4), peso corporal de 77 kg (± 13), altura de 173 cm (± 25) e nível de atividade física semanal de 4 sessões (± 1), caracterizando indivíduos fisicamente ativos. Não foram observadas diferenças entre os grupos quanto às variáveis demográficas ou aos desfechos iniciais. Os resultados estão apresentados em valores absolutos, abrangendo parâmetros funcionais e bioquímicos relacionados ao desempenho e à recuperação.

Tabela 1: Parâmetros das configurações de potência no TECAR.

Grupo	W	VA	Intensidade
		<i>Potência média</i>	
Controle	0	0	0%
Modo capacitivo pré-exercício		35.11	40%
Modo resistivo pré-exercício	39.90		30%
Modo capacitivo pós-exercício		15.71	20%
Modo resistivo pós-exercício	24.31		20%

Os resultados apontam que após o exercício excêntrico, todos os grupos mostraram uma redução imediata da CVM, indicando o dano muscular causado, apresentando queda de 70–85% em relação ao baseline. O grupo que recebeu a terapia TECAR no modo resistivo antes do exercício apresentou um comportamento diferente, com queda inicial menor e uma recuperação significativamente maior ($p<0,05$ – $0,0001$), alcançando valores próximos ou maiores da CVM basal entre 24 e 72 horas (figura 2).

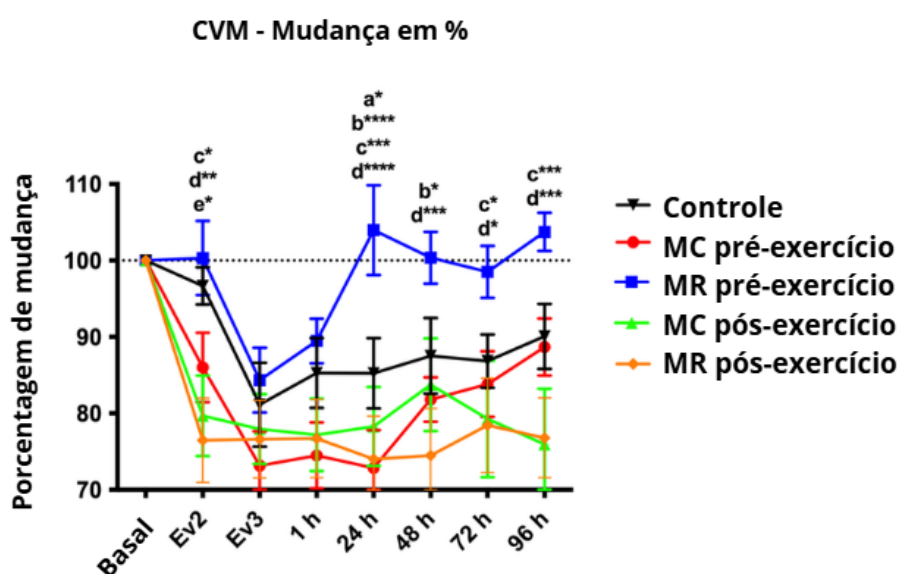


Figura 2. Porcentagem na mudança da CVM nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício). a – MR pré-exercício x Controle-placebo; b - MR pré-exercício x MC pré-exercício; c - MR pré-exercício x MC pós-exercício; d - MR pré-exercício x MR pós-exercício; e – Controle-placebo x MR pós-exercício.

EV2- Avaliações dos grupos da ordem que ocorreram, MC e MR pré-exercício (avaliação após tratamento), MC e MR pós-exercício (avaliação após o exercício);

EV3- Avaliações dos grupos da ordem que ocorreram, MC e MR pré-exercício (avaliação após o exercício), MC e MR pós-exercício (avaliação após o tratamento).

*diferença estatisticamente significante comparada a intervenção controle em 1 hora ($p<0,05$).

**diferença estatisticamente significante comparada a intervenção controle pós-exercício ($p<0,01$).

***diferença estatisticamente significante comparada a intervenção controle em 24 horas ($p<0,001$).

****diferença estatisticamente significante comparada a intervenção controle pós-tratamento ($p<0,0001$).

A contração voluntária máxima (CVM) revelou grandes diferenças em alguns períodos avaliados entre o grupo que recebeu a terapia TECAR no MR pré-exercício e o grupo controle, conforme demonstrado na figura 3. O grupo que recebeu a terapia TECAR no MR pré-exercício apresentou queda acentuada na CVM após o exercício, seguida por uma recuperação gradual. Uma hora após o exercício, os participantes desse grupo apresentaram CVM maior em relação

ao grupo controle, cujos valores variaram consideravelmente ao longo do tempo com diferença significativa observada a partir de 24 horas ($p<0,001$) até 96 horas após o exercício ($p<0,05$). O grupo controle apresentou CVM relativamente estável e sem recuperação significativa ao longo do tempo (figura 3).

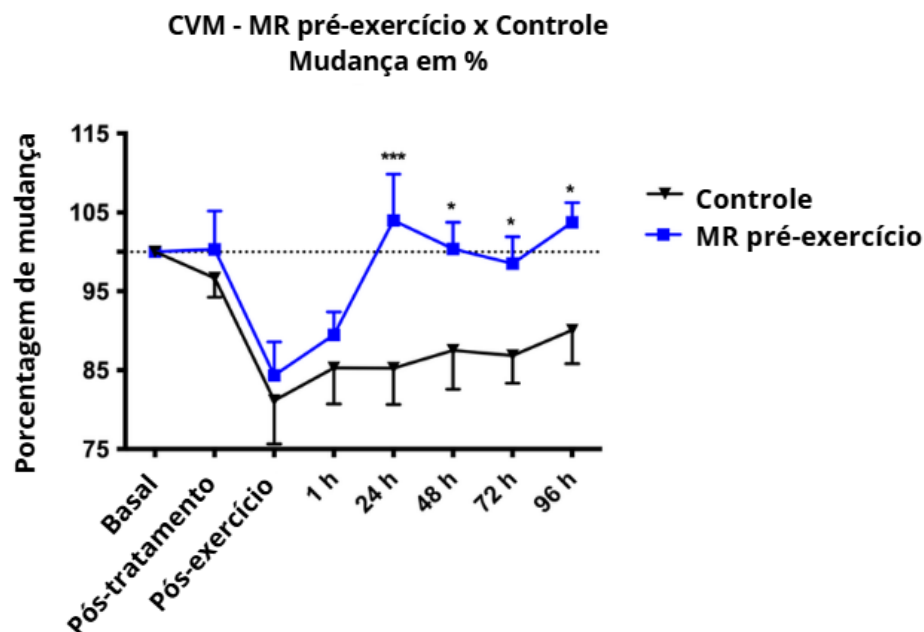


Figura 3. Porcentagem na mudança da CVM entre os grupos MR pré-exercício e Controle nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício).
*diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle em 48, 72 e 96 horas ($p<0,05$).
***diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle em 24 horas ($p<0,001$).

Os dados obtidos por meio da Escala Visual Analógica (EVA), usada para avaliar a dor muscular tardia (DMT) estão representados graficamente na figura 4. De acordo com a avaliação não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (figura 4).

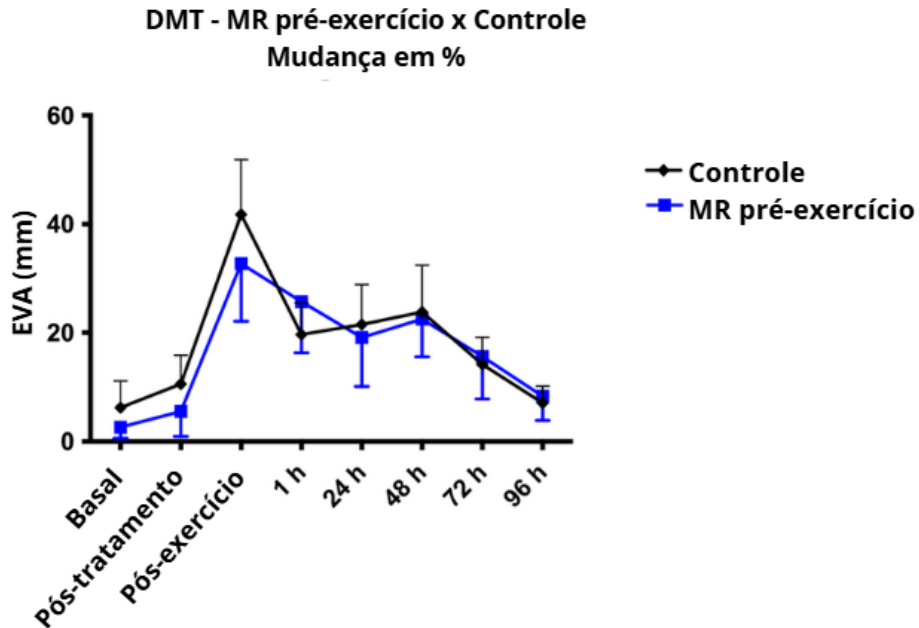


Figura 4. Porcentagem na mudança da DMT entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício).

A figura 5 ilustra a variação percentual do fluxo sanguíneo ao longo dos períodos avaliados, entre os grupos que recebeu a terapia TECAR no MR pré-exercício e Controle. Observa-se que logo após o tratamento, o grupo MR pré-exercício apresenta um aumento significativo no fluxo ($p < 0,05$), enquanto o grupo controle permanece estável. Esse aumento se mantém de forma consistente no pós-exercício, 1h, 48h e 72h, com diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo Controle ($p < 0,05$). A partir de 96h, ambos os grupos retornam aos níveis basais ($\sim 100\%$), conforme apresentado na figura 5.

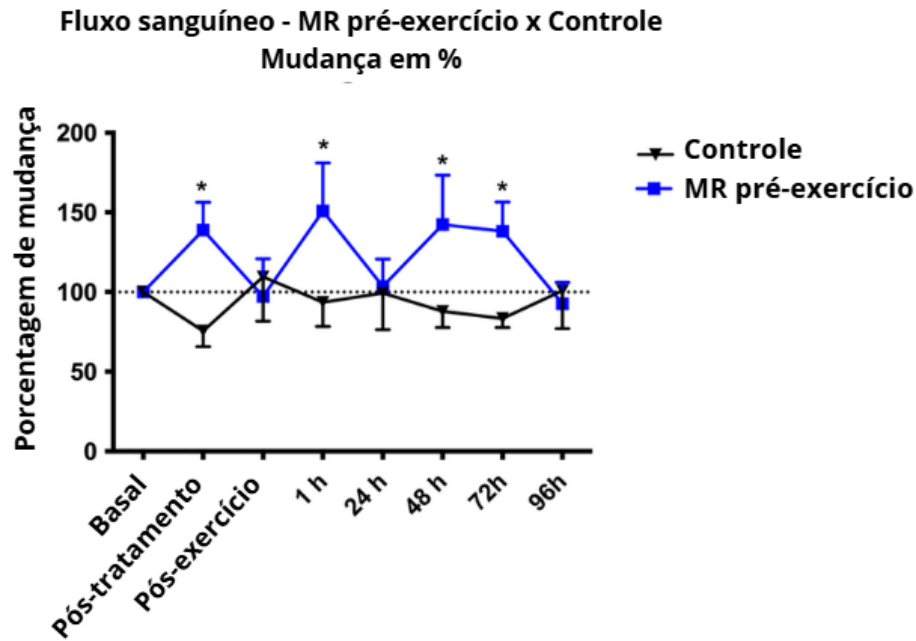


Figura 5. Porcentagem na mudança no fluxo sanguíneo entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício). *diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle pós-tratamento, 1 hora, 48 e 72 horas ($p < 0,05$).

Em relação ao índice de saturação tecidual (TSI), marcador da oxigenação muscular, o grupo que recebeu a terapia TECAR no MR pré-exercício apresentou aumento na oxigenação em relação ao grupo Controle (figura 6). Como observado na figura 6, esse aumento foi significativo em 24 e 48 horas após o exercício ($p < 0,01$).

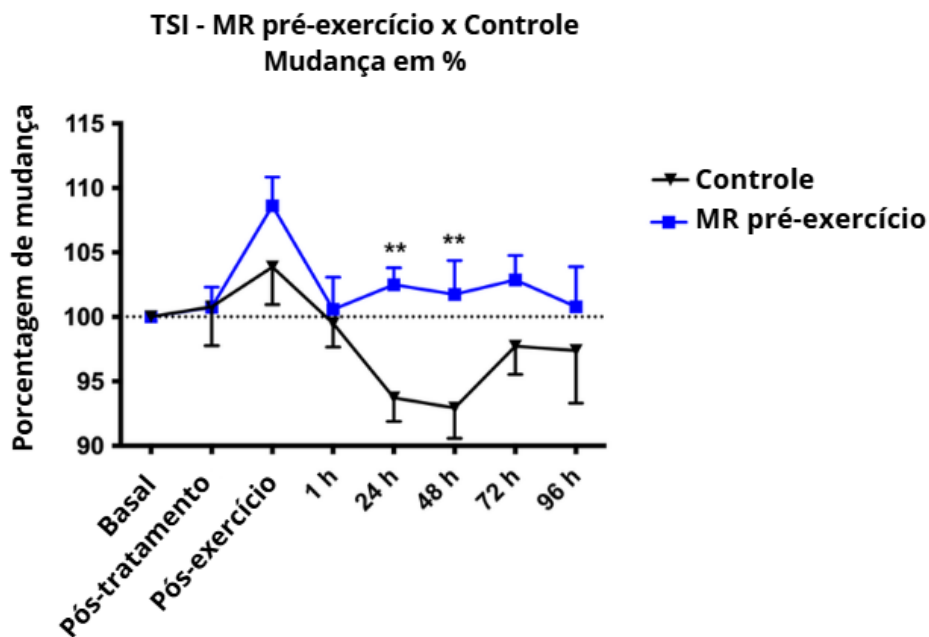


Figura 6. Porcentagem na mudança no índice de saturação - TSI entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício). **diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle em 24 e 48 horas ($p < 0,01$).

De acordo com os dados obtidos pela avaliação termográfica, a comparação entre os grupos que recebeu a terapia TECAR no MR pré-exercício e o Controle apresentou diferença em relação a variação da temperatura cutânea (figura 7). O aumento térmico foi bastante significativo imediatamente após o tratamento ($p < 0,0001$), também imediatamente ($p < 0,01$) e 1 hora após o exercício ($p < 0,05$), conforme apresentado na figura 7.

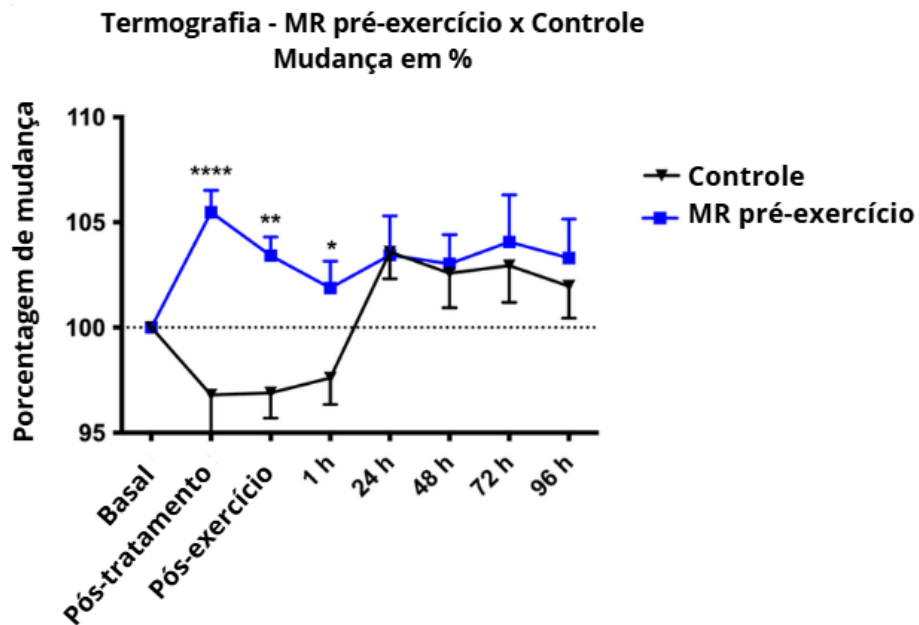


Figura 7. Porcentagem da variação de temperatura entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício). *diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle em 1 hora ($p<0,05$). **diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle pós-exercício ($p<0,01$). ****diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle pós-tratamento ($p<0,0001$).

A figura 8 apresenta os dados obtidos a partir das análises da variável CK entre os grupos que receberam a terapia no MR pré-exercício e Controle. Os participantes apresentaram menor elevação da atividade enzimática quando receberam a terapia no MR pré-exercício. Essa diferença foi estatisticamente significativa quando comparada ao grupo que recebeu a terapia controle em os períodos de 48h, 72h ($p<0,001$) e 96 h ($p<0,0001$) após o exercício (figura 8).

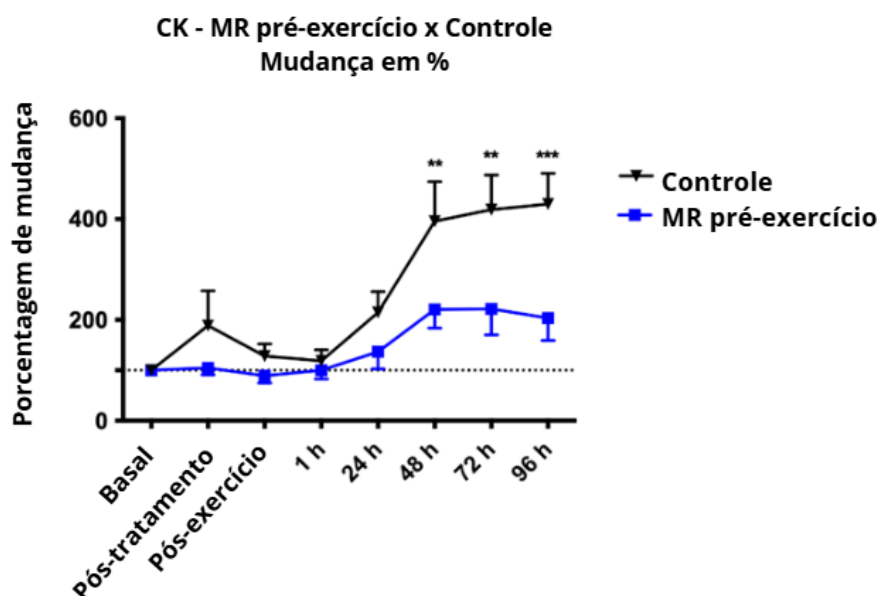


Figura 8. Porcentagem da variação da atividade enzimática de CK entre os grupos MR pré-exercício e Controle, nos diferentes tempos avaliados (Basal, pós-tratamento, pós-exercício, 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas após o exercício). **diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle em 48 e 72 horas ($p<0,01$). *** diferença estatisticamente significativa comparada a intervenção controle em 96 horas ($p<0,001$).

5. DISCUSSÃO

O presente trabalho trata-se de um estudo clínico randomizado controlado e duplo-cego, em participantes saudáveis praticantes de atividade física, que comparou efeitos os diferentes modos e momentos de aplicação da terapia por TECAR no desempenho e na recuperação muscular. Foram avaliados os modos capacitivo e resistivo, ambos antes e após a realização do protocolo de exercício excêntrico. O estudo contou com a realização de análises do desempenho funcional, percepção subjetiva de esforço, variação de fluxo sanguíneo, índice de saturação e temperatura local, além do dano muscular.

A análise de contração voluntária máxima (CVM) ilustrou que o grupo Resistivo pré-exercício teve uma recuperação progressiva e sustentada da força ao longo de 96 horas, com diferenças estatisticamente significativas em relação ao grupo Controle. Este resultado confirma que realizar terapia por TECAR no modo resistivo previamente ao exercício promove um efeito de proteção contra a fadiga muscular causada pelo exercício excêntrico. Investigações anteriores com diferentes modalidades terapêuticas, como a Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) mostraram efeitos semelhantes quando aplicadas anteriormente ao esforço de Paiva et al ⁽⁵¹⁾, assim, nossos achados reforçam a hipótese de que abordagens profiláticas podem modificar a resposta muscular à carga mecânica Tomazoni et al ⁽⁶⁸⁾. De modo

que a aplicação da terapia por TECAR no modo resistivo antes do protocolo de exercício favoreceu que a reparação muscular fosse completa em 24 horas, além disso seus efeitos foram mantidos até 96 horas após a realização do exercício. Esses achados corroboram com Duñabeitia et al ⁽¹⁵⁾, que relataram benefícios da TECAR sobre a recuperação muscular, no entanto os autores realizaram a terapia de forma sequencial entre os modos capacitivo e resistivo, limitando a identificação do modo mais eficaz. Logo, o presente estudo contribui ao diferenciar modo e momento de aplicação, fornecendo informações mais precisas para padronização clínica.

Apesar da literatura apresentar mais protocolos de tratamento utilizando a TECAR posteriormente a realização da atividade física Tashiro et al ⁽⁶⁴⁾, nossos resultados apontam para o fato de que o tratamento realizado após o exercício não demonstra efeitos satisfatórios em relação a recuperação muscular. Por outro lado, a implementação da terapia no modo resistivo anteriormente a indução da fadiga demonstrou efeitos contínuos e favoráveis, destacando a importância de mais investigações sobre intervenções preventivas e não apenas terapêuticas.

No que diz respeito à dor muscular de início tardio (DMIT), nos resultados não demonstraram efeitos significativos para a TECAR, tanto no modo resistivo, como capacitivo antes ou após o exercício em nenhum dos momentos avaliados. Esses dados nos levam a inferir que uma única aplicação pode não ser suficiente para apresentar diminuir a severidade da dor. Uma vez que Lee et al ⁽⁴⁰⁾, utilizaram a TECAR de forma terapêutica e conservadora, aplicada em 12 sessões e apresentam bons resultados em relação ao alívio da dor ⁽⁴⁰⁾.

O efeito positivo da intervenção TECAR no modo resistivo anteriormente a realização do exercício, também é apoiado por métricas fisiológicas. Pois, o aumento significativo e sustentado do fluxo sanguíneo ocorrido nas primeiras 48 horas após a execução do protocolo de exercícios, correlacionado com o aumento da oxigenação muscular (TSI) e aumento da temperatura da pele, indicam melhora da perfusão e vasodilatação. Uma vez que, essa melhora equilibrou o fornecimento e demanda de oxigênio sem promover aumento significativo da temperatura tecidual, reforçando o perfil de segurança da técnica quando bem parametrizada. Tal comportamento pode ser explicado por mecanismos fisiológicos já conhecidos da TECAR, como: aumento da condutividade tecidual, melhora da perfusão e da microcirculação, modulação do tônus neuromuscular, estimulação de vias anti-inflamatórias e redução da viscosidade muscular e fascial Kumaran et al ⁽³⁸⁾; Šimuničet et al ⁽⁵⁹⁾; Clijsen et al ⁽¹⁰⁾. Esses mecanismos combinados podem justificar o efeito protetor encontrado quando o equipamento é aplicado antes do exercício no modo resistivo.

Em contrapartida, o modo capacitivo que gera efeitos majoritariamente superficiais, não apresentou impacto significativo em nosso protocolo, em nenhum dos momentos de aplicação. Nossos resultados vão de encontro com a fisiologia, mas contrastam com os achados de Takahashi et al ^(65; 66), que demonstraram eficácia do modo capacitivo aplicado nas regiões cervical e lombar. Essas divergências reforçam a importância do contexto anatômico e do objetivo terapêutico, já que o pré-condicionamento muscular profundo exige características distintas das intervenções analgésicas superficiais. Os achados também dialogam com Kumaran et al ⁽³⁸⁾, que demonstraram efeitos prolongados da TECAR quando comparada à diatermia por ondas curtas. Contudo, assim como Duñabeitia et al ⁽¹⁵⁾, esse estudo não diferenciou os modos, reforçando a escassez de dados sobre qual parâmetro é mais adequado para cada objetivo terapêutico, lacuna que este estudo busca reduzir.

Os resultados deste estudo ilustram que os níveis de CK variaram bastante em resposta ao estresse muscular, reforçando a importância da enzima como um indicador desse tipo de dano. Bem como, o efeito do exercício escolhido para compor o presente protocolo de indução a fadiga muscular. A elevação da CK nas primeiras horas após o exercício excêntrico está de acordo com achados prévios de ⁽⁵⁾. Ressalta-se que a utilização da terapia TECAR no MR pré-exercício ajudou a manter os níveis de atividade enzimática mais baixos em 48 horas, e esses níveis se mantiveram até 96 horas. No entanto, vale destacar que avaliar os níveis de CK pode apresentar entraves quando se trata de indivíduos treinados, pois esses tendem a apresentar valores basais mais elevados, de acordo com adaptação muscular esquelética ⁽³³⁾.

Nossos achados em relação a utilização da terapia por TECAR no modo resistivo antes da realização do exercício são promissores, porém algumas limitações devem ser consideradas. A investigação foi realizada em indivíduos mais jovens e fisicamente ativo, o que pode limitar a generalização dos achados para diferentes populações. De modo que para diminuir o risco de viés o pesquisador aplicador da terapia não teve contato com os demais participantes das coletas e todos os efeitos sonoros eram idênticos entre os grupos. Excluindo assim, o risco de viés de intervenção. Também não foi possível estratificar participantes por condicionamento físico, massa muscular ou percentual de gordura, variáveis que podem influenciar absorção térmica e resposta fisiológica ao TECAR. No entanto, o resultado da análise da composição corporal dos participantes a partir dos dados demográficos indicou homogeneidade da amostra.

Assim, nossos resultados coletivamente sugerem que intervenções resistivas antes do exercício excêntrico podem induzir a otimização da recuperação da função muscular, sem influenciar na redução da dor muscular tardia, favorecer estados fisiológicos de perfusão e oxigenação, bem como a atenuação do aumento da atividade enzimática de CK. Esta estratégia

preventiva pode ser considerada uma abordagem única para proporcionar desempenho máximo e melhor recuperação durante o treinamento e a reabilitação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do modo resistivo pré-exercício levou a maior recuperação da força muscular por meio do aumento da saturação de oxigênio muscular em comparação com o grupo controle. As imagens termográficas mostram que não há aumento significativo nos tecidos superficiais, o que reforça a segurança na realização de tratamentos com o *Human TECAR*®. Em suma, nossos resultados indicam que o uso do *Human TECAR*® antes de um protocolo de exercício excêntrico e com o modo resistivo, pode permitir que indivíduos bem condicionados realizem uma atividade física exaustiva com a mesma eficácia por pelo menos os próximos quatro dias consecutivos. A partir disso, podemos concluir que o melhor momento e modo de aplicação para o *Human TECAR*® visando o pré-condicionamento ao exercício e a recuperação pós-exercício é antes do exercício no modo resistivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Altarriba-Bartes A, Peña J, Vicens-Bordas J, Milà-Villaroel R, Calleja-González J. Post-competition recovery strategies in elite male soccer players. Effects on performance: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2020 Oct 2;15(10):e0240135.
2. Andersson H, Raastad T, Nilsson J, Paulsen G, Garthe I, Kadi F. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Feb;40(2):372-80.
3. Antonialli FC, De Marchi T, Tomazoni SS, Vanin AA, dos Santos Grandinetti V, de Paiva PR, et al. Phototherapy in skeletal muscle performance and recovery after exercise: effect of combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes. *Lasers Med Sci*. 2014 Nov;29(6):1967-76.
4. Baroni BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Nov;110(4):789-96.
5. Barranco T, Tvarijonaviciute A, Tecles F, Carrillo JM, Sánchez-Resalt C, Jimenez-Reyes P, et al. Changes in creatine kinase, lactate dehydrogenase and aspartate aminotransferase in saliva samples after an intense exercise: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Jun;58(6):910-916.
6. Berg HE, Eiken O, Tesch PA. Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Dec;27(12):1666-70.
7. Borg E, Borg G. (2002) A comparison of AME and CR100 for scaling perceived exertion. *Acta Psychol (Amst)*. Feb;109(2):157-75. PubMed PMID: 11820425.
8. Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen TL, MacLean DA, Pedersen BK. Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *J Physiol*. 1997 Mar 15;499 (Pt 3) (Pt 3):833-41.
9. Butterfield TA. Eccentric exercise in vivo: strain-induced muscle damage and adaptation in a stable system. *Exerc Sport Sci Rev*. 2010 Apr;38(2):51-60.
10. Clijisen R, Leoni D, Schneebeli A, Cescon C, Soldini E, Li L, et al. Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *J Altern Complement Med*. 2020 Feb;26(2):147-153. doi: 10.1089/acm.2019.0165. Epub 2019 Oct 3. PMID: 31580698; PMCID: PMC7044785.
11. Crawford SK, Haas C, Butterfield TA, Wang Q, Zhang X, Zhao Y, et al. Effects of immediate vs. delayed massage-like loading on skeletal muscle viscoelastic properties following eccentric exercise. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014 Jun;29(6):671-8.
12. De Marchi T, Leal-Junior ECP, Lando KC, Cimadon F, Vanin AA, da Rosa DP, et al. Photobiomodulation therapy before futsal matches improves the staying time of athletes in the court and accelerates post-exercise recovery. *Lasers Med Sci*. 2019 Feb;34(1):139-148.
13. De Ste Croix M, Lehnert M, Maixnerova E, Zaatar A, Svoboda Z, Botek M, et al. Does maturation influence neuromuscular performance and muscle damage after competitive match-play in youth male soccer players? *Eur J Sport Sci*. 2019 Sep;19(8):1130-1139.
14. Drum SN, Bellovary BN, Jensen RL, Moore MT, Donath L. Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit® compared to an ACSM based training session. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017 May;57(5):604-609.
15. Duñabeitia I, Arrieta H, Torres-Unda J, Gil J, Santos-Concejero J, Gil SM, Irazusta J, et al. Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial. *Phys Ther Sport*. 2018 Jul;32:227-234.
16. Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*. 2010 Sep;38(9):1752-8.
17. Enoka RM, Duchateau J. Translating Fatigue to Human Performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2016 Nov;48(11):2228-2238.

18. Fanchini IM, Ferraresi R, Modena F, Schena AJ, Coutts F, Impellizzeri. Use of CR100 scale for session rating of perceived exertion in soccer and its interchangeability with the CR10." *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2016;11(3):388–392.
19. Fleckenstein J, Fritton M, Himmelreich H, Banzer W. Effect of a Single Administration of Focused Extracorporeal Shock Wave in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Partially Blinded Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017 May;98(5):923-930.
20. Franchi MV, Reeves ND, Narici MV. Skeletal Muscle Remodeling in Response to Eccentric vs. Concentric Loading: Morphological, Molecular, and Metabolic Adaptations. *Front Physiol*. 2017 Jul 4; 8:447.
21. Ganzit GP, Stefanini L, Stesina G. New Methods in the Treatment of Joint-Muscular Pathologies in Athletes: The "TECAR" Therapy. *Medicina Dello Sport*. 2000;53:361-367.
22. Gissel H, Clausen T. Excitation-induced Ca (2+) influx in rat soleus and EDL muscle: mechanisms and effects on cellular integrity. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2000 Sep;279(3):R917-24.
23. Hak PT, Hodzovic E, Hickey B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *J Strength Cond Res*. 2013 Nov 22.
24. Halson SL, Bartram J, West N, Stephens J, Argus CK, Driller MW, Sargent C, et al. Does hydrotherapy help or hinder adaptation to training in competitive cyclists? *Med Sci Sports Exerc*. 2014 Aug;46(8):1631-9.
25. Heavens KR, Szivak TK, Hooper DR, Dunn-Lewis C, Comstock BA, Flanagan SD, et al. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and women. *J Strength Cond Res*. 2014 Apr;28(4):1041-9.
26. Hernández-Bule ML, Roldán E, Matilla J, Trillo MA, Ubeda A. Radiofrequency currents exert cytotoxic effects in NB69 human neuroblastoma cells but not in peripheral blood mononuclear cells. *Int J Oncol*. 2012 Oct;41(4):1251-9.
27. Hernández-Bule ML, Paño CL, Trillo MÁ, Ubeda A. Electric stimulation at 448 kHz promotes proliferation of human mesenchymal stem cells. *Cell Physiol Biochem*. 2014;34(5):1741-55.
28. Hoffman MD, Badowski N, Chin J, Stuempfle KJ. A Randomized Controlled Trial of Massage and Pneumatic Compression for Ultramarathon Recovery. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016 May;46(5):320-6.
29. Hortobágyi T, Hill JP, Houmard JA, Fraser DD, Lambert NJ, Israel RG. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol* (1985). 1996 Mar;80(3):765-72.
30. Hortobágyi T, Money J, Zheng D, Dudek R, Fraser D, Dohm L. Muscle adaptations to 7 days of exercise in young and older humans: eccentric overload versus standard resistive training. *J Aging Phys Act*. 2002;10(3):290–305.
31. Inglés F. Efectividad de la Radiofrecuencia Monopolar Capacitiva-Resistiva en el tratamiento de cervicalgias degenerativas. 2005. *Indiba Clinical Trial*, Valencia, España.
32. Isabell WK, Durrant E, Myrer W, Anderson S. The effects of ice massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness. *J Athl Train*. 1992;27(3):208-17.
33. Isik O, Yildirim I, Ersoz Y, Koca HB, Dogan I, Ulutas E. Monitoring of pre-competition dehydration- induced skeletal muscle damage and inflammation levels among elite wrestlers. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(3):533-540.
34. Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, et al. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*. 2008 Sep;18(5):423-31.
35. Jones B, Cooper CE. Near Infrared Spectroscopy (NIRS) Observation of Vastus Lateralis (Muscle) and Prefrontal Cortex (Brain) Tissue Oxygenation During Synchronised Swimming Routines in Elite Athletes. *Adv Exp Med Biol*. 2018; 1072:111-117.
36. Jones B, Dat M, Cooper CE. Underwater near-infrared spectroscopy measurements of muscle oxygenation: laboratory validation and preliminary observations in swimmers and triathletes. *J Biomed Opt*. 2014 Dec;19(12):127002.
37. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Oct;20 Suppl 2:95-102.

38. Kumaran B, Watson T. Skin thermophysiological effects of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency in healthy adults: A randomised crossover study and comparison with pulsed shortwave therapy. *Electromagn Biol Med.* 2018;37(1):1-12.
39. Lastayo PC, Reich TE, Urquhart M, Hoppeler H, Lindstedt SL. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *Am J Physiol.* 1999 Feb;276(2):R611-5.
40. Lee JH, Do JG, Park HJ, Lee YT, Kim SJ. A Comparison of the Effect of a 4.4-MHz Radiofrequency Deep Heating Therapy and Ultrasound on Low Back Pain: A Randomized, Double-Blind, Multicenter Trial. *J Clin Med.* 2022 Aug 26;11(17):5011. doi: 10.3390/jcm11175011. PMID: 36078940; PMCID: PMC9457341.
41. Lorenz D, Reiman M. The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains, and acl reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2011 Mar;6(1):27-44.
42. Markus I, Constantini K, Hoffman JR, Bartolomei S, Gepner Y. Exercise-induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. *Eur J Appl Physiol.* 2021 Apr;121(4):969-992.
43. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, García-Fernández P, Garnacho-Castaño MV, Domínguez R. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS One.* 2017 Jul 28;12(7):e0181855.
44. McLaren S.J, Smith A, Spears IR, Weston M. A detailed quantification of differential ratings of perceived exertion during team-sport training. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2017;20(3):290–295.
45. Micheletti JK, Vanderlei FM, Machado AF, de Almeida AC, Nakamura FY, Netto Junior J, et al. A New Mathematical Approach to Explore the Post-exercise Recovery Process and Its Applicability in a Cold Water Immersion Protocol. *J Strength Cond Res.* 2019 May;33(5):1266-1275.
46. Morgan DL, Proske U. Popping sarcomere hypothesis explains stretch-induced muscle damage. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2004 Aug;31(8):541-5.
47. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer : part ii-recovery strategies. *Sports Med.* 2013 Jan;43(1):9-22.
48. Nelson AG, Driscoll NM, Landin DK, Young MA, Schexnayder IC. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci.* 2005 May;23(5):449-54.
49. Patterson MS, Chance B, Wilson BC. Time resolved reflectance and transmittance for the non-invasive measurement of tissue optical properties. *Appl Opt.* 1989 Jun 15;28(12):2331-6.
50. Owens DJ, Twist C, Cobley JN, Howatson G, Close GL. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *Eur J Sport Sci.* 2019 Feb;19(1):71-85.
51. de Paiva PR, Tomazoni SS, Johnson DS, Vanin AA, Albuquerque-Pontes GM, Machado CD, et al. Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2016 Dec;31(9):1925-1933.
52. Pavone C, Castrianni D, Romeo S, Napoli E, Usala, Gambino G, et al. II Trasferimento Energetico Capacitivo Resistivo (TECAR) nella terapia dell'Induratio Penis Plastica: Studio pilota di fase uno sulla tollerabilità, sulla sicurezza e sull'applicabilità della tecnica. Quali altri risvolti sorprendenti? *Urologia.* 2013;80(2):148-153.
53. Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med.* 2015 Feb;45(2):187-200.
54. Pinto HD, Casalechi HL, de Marchi T, Dos Santos Monteiro Machado C, Dias LB, Lino MMA et al. Photobiomodulation Therapy Combined with a Static Magnetic Field Applied in Different Moments Enhances Performance and Accelerates Muscle Recovery in CrossFit® Athletes: A Randomized, Triple-Blind, Placebo-Controlled Crossover Trial. *Oxid Med Cell Longev.* 2022 Jul 19; 2022:9968428.
55. Pinto HD, Vanin AA, Miranda EF, Tomazoni SS, Johnson DS, Albuquerque-Pontes GM, Aleixo IO Junior, et al. Photobiomodulation Therapy Improves Performance and Accelerates Recovery of High-Level Rugby Players in Field Test: A Randomized, Crossover, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study. *J Strength Cond Res.* 2016 Dec; 30(12):3329-3338.

56. Reid MB, Haack KE, Franchek KM, Valberg PA, Kobzik L, West MS. Reactive oxygen in skeletal muscle. I. Intracellular oxidant kinetics and fatigue in vitro. *J Appl Physiol* (1985). 1992 Nov;73(5):1797-804.
57. Reid MB. Redox interventions to increase exercise performance. *J Physiol*. 2016 Sep 15;594(18):5125-33.
58. Santos VC, Sierra AP, Oliveira R, Caçula KG, Momesso CM, Sato FT, et al. Marathon Race Affects Neutrophil Surface Molecules: Role of Inflammatory Mediators. *PLoS One*. 2016 Dec 2;11(12):e0166687.
59. Šimunič B, Doles M, Kelc R, Švent A. Effectiveness of 448-kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency Therapy After Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage to Restore Muscle Strength and Contractile Parameters. *J Sport Rehabil*. 2023 May 16;32(6):687-694.
60. Smith JE, Garbutt G, Lopes P, Tunstall Pedoe D. Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. *Br J Sports Med*. 2004 Jun;38(3):292-4.
61. Sprey JW, Ferreira T, de Lima MV, Duarte A Jr, Jorge PB, Santili C. An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. *Orthop J Sports Med*. 2016 Aug 30;4(8):2325967116663706.
62. Summitt RJ, Cotton RA, Kays AC, Slaven EJ. Shoulder Injuries in Individuals Who Participate in CrossFit Training. *Sports Health*. 2016 Nov/Dec;8(6):541-546.
63. Suzuki S, Takasaki S, Ozaki T, et al (1999) Tissue oxygenation monitor using NIR spatially resolved spectroscopy. *International Biomedical Optics Symposium: International Society for Optics and Photonics*.
64. Tashiro Y, Suzuki Y, Nakayama Y, Sonoda T, Yokota Y, Kawagoe M, et al. O efeito da transferência elétrica capacitiva e resistiva na dor lombar crônica inespecífica. *Biologia Eletromagnética e Medicina*, 39(4), 437–444. <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1830795>.
65. Takahashi K, Suyama T, Onodera M, Hirabayashi S, Tsuzuki N, Zhong-Shi L. Clinical effects of capacitive electric transfer hyper- thermia therapy for lumbago. *J Phys Ther Sci*. 1999;11(1):45–51.
66. Takahashi K, Suyama T, Takakura Y, Hirabayashi S, Tsuzuki N, Li ZS. Clinical effects of capacitive electric transfer hyperthermia therapy for cervico-omo-brachial pain. *J Phys Ther Sci*. 2000;12(1): 43–48.
67. Terranova A, Vermiglio G, Arena S, Ciccio A, Di Dio S, Vermiglio M. Tecarterapia nel trattamento post-chirurgico delle fratture di femore. *Europa Medico Physica*. 2008;44(Suppl. 1-3):1-2.
68. Tomazoni SS, Machado CDSM, De Marchi T, Casalechi HL, Bjordal JM, de Carvalho PTC, et al. Infrared Low-Level Laser Therapy (Photobiomodulation Therapy) before Intense Progressive Running Test of High-Level Soccer Players: Effects on Functional, Muscle Damage, Inflammatory, and Oxidative Stress Markers-A Randomized Controlled Trial. *Oxid Med Cell Longev*. 2019 Nov 16; 2019:6239058.
69. Tranquilli, C., Ganzit, G.P., Ciufetti, A., Bergamo, P., e Combi, F. (SD). Multicentre study on Tecar Therapy in sports pathologies. 2009; *FMSI Institute of Sports Medicine – AC. Reggiana*.
70. Versey NG, Halson SL, Dawson BT. Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports Med*. 2013 Nov;43(11):1101-30.
71. Vogt M, Hoppeler HH. Eccentric exercise: mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. *J Appl Physiol* (1985). 2014 Jun 1;116(11):1446-54.
72. Volvaard NB, Shearman JP, Cooper CE. Exercise-induced oxidative stress: myths, realities and physiological relevance. *Sports Med*. 2005;35(12):1045-62.
73. Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthop J Sports Med*. 2014 Apr 25;2(4):2325967114531177.
74. Weston M, Siegler J, Bahnert A, McBrien J, Lovell R. (2015) The application of differential ratings of perceived exertion to Australian Football League matches. *J Sci Med Sport*. Nov;18(6):704-8.
75. Yamada M, Suzuki K, Kudo S, Totsuka M, Nakaji S, Sugawara K. Raised plasma G-CSF and IL-6 after exercise may play a role in neutrophil mobilization into the circulation. *J Appl Physiol* (1985). 2002 May;92(5):1789-94.

BMJ Open Sport & Exercise Medicine

Capacitive and Resistive Electrical Transfer (TECAR) on preconditioning and post-exercise recovery in humans.

Journal:	<i>BMJ Open Sport & Exercise Medicine</i>
Manuscript ID	bmjsem-2025-003124
Article Type:	Original research
Date Submitted by the Author:	26-Nov-2025
Complete List of Authors:	de Araújo-Silva, Older Manoel ; Universidade Nove de Julho - Campus Vergueiro, Ribeiro, Neide ; Universidade Nove de Julho - Campus Vergueiro, Post-Graduate Program in Rehabilitation Sciences de Oliveira , Marcelo ; Universidade Nove de Julho, Laboratory of Phototherapy and Innovative Technologies in Health (LaPIT), Post-graduate Program in Rehabilitation Sciences Dias, Luana ; Universidade Nove de Julho - Campus Vergueiro, Post-Graduate Program in Rehabilitation Sciences Pereira, Amanda ; Universidade Nove de Julho - Campus Vergueiro, Post-Graduate Program in Rehabilitation Sciences Leal-Junior, Ernesto Cesar; Universidade Nove de Julho, Laboratory of Phototherapy and Innovative Technologies in Health (LaPIT)
Keywords:	Exercise rehabilitation, Muscle damage/injuries, Physical Therapy, Rehabilitation

SCHOLARONE™
Manuscripts



I, the Submitting Author has the right to grant and does grant on behalf of all authors of the Work (as defined in the below author licence), an exclusive licence and/or a non-exclusive licence for contributions from authors who are: i) UK Crown employees; ii) where BMJ has agreed a CC-BY licence shall apply, and/or iii) in accordance with the terms applicable for US Federal Government officers or employees acting as part of their official duties; on a worldwide, perpetual, irrevocable, royalty-free basis to BMJ Publishing Group Ltd ("BMJ") its licensees and where the relevant Journal is co-owned by BMJ to the co-owners of the Journal, to publish the Work in this journal and any other BMJ products and to exploit all rights, as set out in our [licence](#).

The Submitting Author accepts and understands that any supply made under these terms is made by BMJ to the Submitting Author unless you are acting as an employee on behalf of your employer or a postgraduate student of an affiliated institution which is paying any applicable article publishing charge ("APC") for Open Access articles. Where the Submitting Author wishes to make the Work available on an Open Access basis (and intends to pay the relevant APC), the terms of reuse of such Open Access shall be governed by a Creative Commons licence – details of these licences and which [Creative Commons](#) licence will apply to this Work are set out in our licence referred to above.

Other than as permitted in any relevant BMJ Author's Self Archiving Policies, I confirm this Work has not been accepted for publication elsewhere, is not being considered for publication elsewhere and does not duplicate material already published. I confirm all authors consent to publication of this Work and authorise the granting of this licence.

Title: Capacitive and Resistive Electrical Transfer (TECAR) on preconditioning and post-exercise recovery in humans.

Short title: Human TECAR® in Pre- and Post-Exercise in Male Individuals

Abstract:

The present study aims to provide proof of concept and optimization of the treatment protocol for the use of TECAR in exercise performance and post-exercise recovery. For this, a randomized placebo-controlled and double-blind clinical trial will be carried out, with 50 healthy volunteers, randomly divided into 5 groups (n=10): Control-Sham; Capacitive Mode (MC) pre-exercise; Pre-exercise Resistive Mode (MR); MC post-exercise and MR post-exercise. Volunteers will receive the therapy, lasting 10 minutes, once immediately before or after performing the exercise, according to the allocation group. The following outcomes will be evaluated: muscle strength (MVC), pain (VAS and DOMS), muscle O₂ saturation and blood flow (NIRS), perception of muscular effort (CR-100 Perceived Exertion Scale), biochemical analysis (CK), thermography and satisfaction with treatment (LIKERT). Assessments will be carried out before any intervention (baseline), immediately, 1 hour, 24, 48, 72 and 96 hours after the exercise protocol. Our results are still under analysis, and the data presented refer to 18 participants. By comparing partial results from these participants, it is possible to infer that among the four experimental conditions tested, only the use of Human TECAR® before the eccentric exercise protocol in resistive mode was able to increase muscle strength compared to the control group. When comparing the control group with the group treated with Human TECAR® before the eccentric exercise protocol in resistive mode, we observed that the resistive pre-exercise group achieved full muscle strength recovery within 24 hours.

Key words: Muscle fatigue, muscle performance, muscle recovery, TECAR.

INTRODUCTION

Recovery plays a crucial role in athletic performance, as rest periods in many professional and amateur sports often do not align with competition schedules (Maté Muñoz et al., 2017), leading to muscle fatigue. This fatigue alters movement biomechanics, increases injury risk, and reduces performance, a condition frequently observed across different sports (Weisenthal et al., 2014; Paiva et al., 2016). Within this context, exercise-induced muscle damage (EIMD) may arise from unaccustomed exercises and manifests through muscle soreness, decreased strength, and transient inflammation (Owens et al., 2019). EIMD is assessed indirectly through blood markers, pain scales, range of motion and force/torque tests, or MRI, and directly through biopsies (Markus et al., 2021). Maximal voluntary contractions (MVCs) or explosive contractions are considered the best indicators of EIMD (Butterfield, 2010; Šimunič et al., 2023).

Different recovery strategies are available and widely used in clinical and sports settings. Among them, capacitive-resistive electric transfer (TECAR) is applied in rehabilitation and sports medicine for treating muscle, bone, ligament, and tendon injuries (Takahashi et al., 1999, 2000). After intense exercise, TECAR has shown positive effects, including faster recovery of running biomechanics compared to passive rest (Duñabeitia et al., 2018). The method operates through two components: a capacitive mode targeting soft tissues and fluids, and a resistive mode directed at tendons, ligaments, joints, fibrotic tissues, cartilage, fascia, and muscle.

Despite promising findings, there is still no evidence regarding TECAR's efficacy on recovery and performance in athletes performing high-intensity sports with substantial physiological demands. Randomized clinical trials are needed to clarify TECAR's therapeutic effects and establish effective, consistent protocols aimed at improving performance, reducing recovery time, and minimizing injury risk. Thus, this study aims to provide proof of concept and optimize TECAR protocols for exercise performance and post-exercise recovery. Specifically, it investigates the effects of TECAR on MVC, biochemical markers of muscle damage, delayed onset muscle soreness, skin temperature, participant satisfaction, perceived exertion, and O₂ saturation and muscle blood flow in the treated area.

METHODS

The study was conducted as a randomized, controlled, double-blind clinical trial. The project was approved by the Research Ethics Committee of UNINOVE (approval no. 7,083,912) and followed CNS Resolution no. 466/12. The protocol was also previously registered on the clinicaltrials.gov platform. All volunteers agreed to participate by signing the Informed Consent Form.

Men between 25 and 35 years of age, physically active (engaging in physical activity at least once a week), fluent in Portuguese, and able to fully participate in all stages of the study were included. Participants were required to abstain from medications that could interfere with pain or inflammation and to report any musculoskeletal discomfort during the protocol. Exclusion criteria included female individuals, those with recent musculoskeletal injuries in the lower limbs, users of corticosteroids or anti-inflammatory drugs, people with severe diseases or contraindications to TECAR, as well as individuals with cognitive deficits that could compromise understanding of the Informed Consent Form.

After screening and completion of the clinical record, participants were randomized into five groups (n=10 each), using a sequence generated on the random.org website:

1. **SC (Sham Control):** simulated massage with the device turned off;
2. **MC pre-exercise:** capacitive-mode TECAR applied before exercise;
3. **MR pre-exercise:** resistive-mode TECAR applied before exercise;
4. **MC post-exercise:** capacitive-mode TECAR applied after exercise;
5. **MR post-exercise:** resistive-mode TECAR applied after exercise.

The therapeutic application consisted of a single 20-minute session on the quadriceps muscle of the non-dominant leg, with longitudinal and circulatory movements, performed immediately before or after the eccentric protocol, depending on the group. Conductive gel was used, and the applying physiotherapist was unaware of the allocation. The equipment used was Multi Radiance Medical®, frequency 448 kHz and power 350 VA (100 W). Randomization and device programming were conducted by an independent researcher, ensuring double-blinding. Standardized sound and light signals were maintained to prevent group identification.

The eccentric exercise protocol involved 75 isokinetic contractions (5 sets of 15 repetitions, 30-second intervals) at 60°/s, using the System 4 dynamometer, Biodex®, with a range of motion between 90° and 30° of flexion. Participants received instructions and verbal encouragement. The evaluator who conducted the exercise was also blinded to group allocation.

Assessments followed a standardized order. Muscle strength was measured by Maximum Voluntary Contraction (MVC) on the Biodex® dynamometer, with three isometric contractions of 5 seconds; the highest value was used for analysis. Blood samples were collected before and after the interventions, as well as at 1h, 24h, 48h, 72h, and 96h. Serum, stored at −80°C, was analyzed in triplicate for quantification of creatine kinase (CK) using the ELISA method (Sigma-Aldrich®).

Delayed onset muscle soreness (DOMS) was assessed using the Visual Analog Scale (VAS) at the same time points as the blood collections. Skin thermography was recorded with a WellVu IR Pad 640 P camera, calibrated with a black body ($\epsilon=0.99$), at a distance of 1 meter. Images were analyzed using ThermoCAM Researcher Pro 2.8 SR-1 software.

Muscle oxygenation was evaluated by near-infrared spectroscopy (NIRS, PortaLite and PortaMon devices, Artinis®). Sensors were positioned over the quadriceps, and the tissue saturation index (TSI) was calculated as:

$$TSI = \frac{[O_2Hb]}{[O_2Hb] + [HHb]} \times 100$$

ΔTSI was obtained from the difference between the baseline value and the minimum recorded during exercise.

STATISTICAL ANALYSIS

The analysis followed the intention-to-treat principle (Hollis et al., 1999; Elkins et al., 2015). Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test. Parametric data were presented as mean $\pm$ standard deviation, and non-parametric data as median with upper and lower limits.

For the primary outcome, between-group proportions were compared using Fisher's Exact Test ($p < 0.05$). Secondary outcomes were analyzed using ANCOVA, employing individual means and adjusting for baseline covariates. Percentage changes

between baseline and post-intervention values were also calculated. Figures presented mean and standard error of the mean (SEM) to facilitate data interpretation.

RESULTS

To date, 18 male volunteers (28.83 ± 4.37 years; 76.67 ± 11.47 kg; 178.17 ± 5.25 cm) have completed all stages of the study, and preliminary data on MVC, TSI, and thermography are presented. The applied intensities were capacitive pre = 36.80 VA; resistive pre = 40.57 W; capacitive post = 12.72 VA; resistive post = 22.62 W; placebo = 0.

The findings show that only the Human TECAR treatment administered **before** the eccentric exercise protocol, in the resistive mode, produced a significant increase in muscle strength compared to the sham control group (Figure 1). In the temporal analysis, the resistive pre group demonstrated complete restoration of muscle strength as early as 24 hours post-exercise, maintaining this recovery up to 96 hours, unlike the control group (Figure 2).

<FIGURE 1>

<FIGURE 2>

Regarding TSI, all groups treated with TECAR exhibited increased muscle tissue O_2 saturation at most of the evaluated time points (Figure 3). Notably, the resistive pre group showed a sustained elevation in O_2 saturation from the immediate post-exercise period up to 96 hours, a finding that may explain its superior functional performance (Figure 4).

<FIGURE 3>

<FIGURE 4>

Thermographic assessment indicated that none of the groups displayed increases greater than 8% in surface temperature. Moreover, in the resistive pre group, surface temperature remained like or lower than that of the control group between 24 and 96 hours.

DISCUSSION

Capacitive and resistive electric transfer therapy (TECAR) has been widely used in sports and aesthetic contexts, particularly due to its ability to modulate physiological responses related to tissue perfusion, neuromuscular activity, and inflammatory processes. Aiming to provide proof of concept and to identify the most effective protocol, we evaluated the effects of TECAR applied before and after exercise, comparing its capacitive and resistive modes, along with a placebo condition.

The partial results showed that pre-exercise application in the resistive mode promoted a relevant protective effect on muscle tissue, accelerating recovery (<24 h), enabling complete restoration within 24 hours, and maintaining these effects up to 96 hours. These findings are consistent with Duñabeitia et al. (2018), who reported benefits of TECAR for muscle recovery, although in that study the application occurred *after* exercise and sequentially between capacitive and resistive modes, limiting the identification of the most effective mode. The present study contributes by distinguishing the mode and timing of application, providing more precise information for clinical standardization.

Additionally, we observed that the resistive mode applied prior to exercise increased muscle oxygenation (assessed through local saturation), without inducing significant increases in tissue temperature, reinforcing the safety profile of the technique when properly parameterized. This behavior may be explained by physiological mechanisms associated with TECAR, such as increased tissue conductivity, improved perfusion and microcirculation, modulation of neuromuscular tone, stimulation of anti-inflammatory pathways, and reduction of muscle and fascial viscosity (Kumaran et al., 2015; Clijsen et al., 2020; Wachi et al., 2022). Together, these mechanisms may account for the protective effect observed when the device is applied before exercise in the resistive mode.

On the other hand, the capacitive mode — with predominantly superficial effects — did not show significant impact in our protocol. This is compatible with its physiological characteristics but contrasts with the findings of Takahashi et al. (1999; 2000), who demonstrated effectiveness in cervical and lumbar regions. Such discrepancies reinforce the importance of anatomical context and therapeutic objectives, since deep muscle preconditioning demands characteristics different from those of superficial analgesic interventions.

Our findings also align with those of Kumaran et al. (2018), who demonstrated prolonged effects of TECAR compared with short-wave diathermy. However, as in Duñabeitia et al. (2018), that study did not distinguish between TECAR modes, further highlighting the scarcity of data concerning the most adequate parameters for each therapeutic objective — a gap that the present study seeks to address.

This study presents some limitations that must be considered: blood markers have not yet been analyzed; blinding of the operator was not entirely feasible due to the specific manual handling required for the placebo group, which may introduce intervention bias; the presented results are partial, restricting broader conclusions until the full set of laboratory data is included; and generalization is limited, as we were unable to stratify participants by physical conditioning, muscle mass, or body fat percentage — variables that may influence thermal absorption and physiological responses to TECAR.

Further studies are needed to determine appropriate dosage and intensity, to evaluate the therapy in populations with different conditioning levels, to examine functional and performance outcomes, and to investigate the ideal timing for TECAR application in a clinical setting.

CONCLUSION

The use of the resistive mode prior to exercise led to greater muscle strength recovery by increasing muscle oxygen saturation compared with the control group. Thermographic images show that there is no significant increase in superficial tissue temperature, which reinforces the safety of treatments performed with Human TECAR®. In summary, our results indicate that applying Human TECAR® before an eccentric exercise protocol, specifically in the resistive mode, may allow well-conditioned individuals to perform exhaustive physical activity with the same effectiveness for at least the following four consecutive days.

Based on these findings, we conclude that the optimal timing and mode of Human TECAR® application for exercise preconditioning and post-exercise recovery is before exercise and in the resistive mode.

REFERENCES

1. Antonialli FC, De Marchi T, Tomazoni SS, Vanin AA, dos Santos Grandinetti V, de Paiva PR, Pinto HD, Miranda EF, de Tarso Camillo de Carvalho P, Leal Junior EC. Phototherapy in skeletal muscle performance and recovery after exercise: effect of combination of super-pulsed laser and light- emitting diodes. *Lasers Med Sci*. 2014 Nov;29(6):1967-76.
2. Barranco T, Tvarijonaviciute A, Teeles F, Carrillo JM, Sánchez-Resalt C, Jimenez-Reyes P, Rubio M, García-Ballethó M, Cerón JJ, Cugat R. Changes in creatine kinase, lactate dehydrogenase and aspartate aminotransferase in saliva samples after an intense exercise: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Jun;58(6):910-916.
3. Berg HE, Eiken O, Tesch PA. Involvement of eccentric muscle actions in giant slalom racing. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Dec;27(12):1666-70.
4. Borg E, Borg G. (2002) A comparison of AME and CR100 for scaling perceived exertion. *Acta Psychol (Amst)*. Feb;109(2):157-75. PubMed PMID: 11820425.
5. Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen TL, MacLean DA, Pedersen BK. Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *J Physiol*. 1997 Mar 15;499 (Pt 3) (Pt 3):833-41.
6. Butterfield TA. Eccentric exercise in vivo: strain-induced muscle damage and adaptation in a stable system. *Exerc Sport Sci Rev*. 2010 Apr;38(2):51-60.
7. Clijisen R, Leoni D, Schneebeli A, Cescon C, Soldini E, Li L, Barbero M. Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *J Altern Complement Med*. 2020 Feb;26(2):147-153.
8. Crawford SK, Haas C, Butterfield TA, Wang Q, Zhang X, Zhao Y, Best TM. Effects of immediate vs. delayed massage-like loading on skeletal muscle viscoelastic properties following eccentric exercise. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014 Jun;29(6):671-8.
9. Drum SN, Bellovary BN, Jensen RL, Moore MT, Donath L. Perceived demands and postexercise physical dysfunction in CrossFit ® compared to an ACSM based training session. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017 May;57(5):604-609.
10. Duñabeitia I, Arrieta H, Torres-Unda J, Gil J, Santos-Concejero J, Gil SM, Irazusta J, Bidaurreazaga-Letona I. Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial. *Phys Ther Sport*. 2018 Jul;32:227-234.
11. Dupont G, Nedelec M, McCall A, McCormack D, Berthoin S, Wisløff U. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*. 2010 Sep;38(9):1752-8.
12. Enoka RM, Duchateau J. Translating Fatigue to Human Performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2016 Nov;48(11):2228-2238.

13. Fanchini IM, Ferraresi R, Modena F, Schena AJ, Coutts F, Impellizzeri. Use of CR100 scale for session rating of perceived exertion in soccer and its interchangeability with the CR10." *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2016;11(3):388–392.
14. Fleckenstein J, Fritton M, Himmelreich H, Banzer W. Effect of a Single Administration of Focused Extracorporeal Shock Wave in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Partially Blinded Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017 May;98(5):923-930.
15. Franchi MV, Reeves ND, Narici MV. Skeletal Muscle Remodeling in Response to Eccentric vs. Concentric Loading: Morphological, Molecular, and Metabolic Adaptations. *Front Physiol*. 2017 Jul 4; 8:447.
16. Hernández-Bule ML, Paino CL, Trillo MÁ, Úbeda A. Electric stimulation at 448 kHz promotes proliferation of human mesenchymal stem cells. *Cell Physiol Biochem*. 2014;34(5):1741-55.
17. Hortobágyi T, Money J, Zheng D, Dudek R, Fraser D, Dohm L. Muscle adaptations to 7 days of exercise in young and older humans: eccentric overload versus standard resistive training. *J Aging Phys Act*. 2002;10(3):290-305.
18. Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, Margonis K, Chatzinikolaou A, Kalistratos E, Katrabasas I, Alexiou V, Taxildaris K. Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clin J Sport Med*. 2008 Sep;18(5):423-31.
19. Jones B, Cooper CE. Near Infrared Spectroscopy (NIRS) Observation of Vastus Lateralis (Muscle) and Prefrontal Cortex (Brain) Tissue Oxygenation During Synchronised Swimming Routines in Elite Athletes. *Adv Exp Med Biol*. 2018; 1072:111-117.
20. Jones B, Dat M, Cooper CE. Underwater near-infrared spectroscopy measurements of muscle oxygenation: laboratory validation and preliminary observations in swimmers and triathletes. *J Biomed Opt*. 2014 Dec;19(12):127002.
21. Kellmann M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports*. 2010 Oct;20 Suppl 2:95-102.
22. Kumaran, B., & Watson, T. (2015). Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy adults. *International Journal of Hyperthermia* , 31 (8), 883–895.
23. Kumaran B, Watson T. Skin thermophysiological effects of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency in healthy adults: A randomised crossover study and comparison with pulsed shortwave therapy. *Electromagn Biol Med*. 2018;37(1):1-12.

24. Lorenz D, Reiman M. The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains, and acl reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2011 Mar;6(1):27-44.
25. Markus I, Constantini K, Hoffman JR, Bartolomei S, Gepner Y. Exercise induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. *Eur J Appl Physiol.* 2021 Apr;121(4):969-992.
26. Maté-Muñoz JL, Lougedo JH, Barba M, García-Fernández P, Garnacho Castaño MV, Domínguez R. Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. *PLoS One.* 2017 Jul 28;12(7):e0181855.
27. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer : part ii-recovery strategies. *Sports Med.* 2013 Jan;43(1):9-22.
28. Owens DJ, Twist C, Copley JN, Howatson G, Close GL. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *Eur J Sport Sci.* 2019 Feb;19(1):71-85.
29. de Paiva PR, Tomazoni SS, Johnson DS, Vanin AA, Albuquerque-Pontes GM, Machado CD, Casalechi HL, de Carvalho PT, Leal-Junior EC. Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2016 Dec;31(9):1925-1933.
30. Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med.* 2015 Feb;45(2):187-200.
31. Pinto HD, Vanin AA, Miranda EF, Tomazoni SS, Johnson DS, Albuquerque Pontes GM, Aleixo I0 Junior, Grandinetti VD, Casalechi HL, de Carvalho PT, Leal EC Junior. Photobiomodulation Therapy Improves Performance and Accelerates Recovery of High-Level Rugby Players in Field Test: A Randomized, Crossover, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Study. *J Strength Cond Res.* 2016 Dec; 30(12):3329-3338.
32. Reid MB, Haack KE, Franchek KM, Valberg PA, Kobzik L, West MS. Reactive oxygen in skeletal muscle. I. Intracellular oxidant kinetics and fatigue in vitro. *J Appl Physiol (1985).* 1992 Nov;73(5):1797-804.
33. Reid MB. Redox interventions to increase exercise performance. *J Physiol.* 2016 Sep 15;594(18):5125-33.
34. Santos VC, Sierra AP, Oliveira R, Caçula KG, Momesso CM, Sato FT, Silva MB, Oliveira HH, Passos ME, de Souza DR, Gondim OS, Benetti M, Levada Pires AC, Ghorayeb N, Kiss MA, Gorjão R, Pithon-Curi TC, Cury-Boaventura MF. Marathon Race Affects Neutrophil Surface Molecules: Role of Inflammatory Mediators. *PLoS One.* 2016 Dec 2;11(12):e0166687.
35. Šimunič B, Doles M, Kele R, Švent A. Effectiveness of 448-kHz Capacitive Resistive Monopolar Radiofrequency Therapy After Eccentric Exercise Induced Muscle Damage

to Restore Muscle Strength and Contractile Parameters. *J Sport Rehabil.* 2023 May 16;32(6):687-694.

36. Sprey JW, Ferreira T, de Lima MV, Duarte A Jr, Jorge PB, Santili C. An Epidemiological Profile of CrossFit Athletes in Brazil. *Orthop J Sports Med.* 2016 Aug 30;4(8):2325967116663706.

37. Suzuki S, Takasaki S, Ozaki T, et al (1999) Tissue oxygenation monitor using NIR spatially resolved spectroscopy. *International Biomedical Optics Symposium: International Society for Optics and Photonics.*

38. Takahashi K, Suyama T, Onodera M, Hirabayashi S, Tsuzuki N, Zhong-Shi L. Clinical effects of capacitive electric transfer hyper- thermia therapy for lumbago. *J Phys Ther Sci.* 1999;11(1):45–51.

39. Takahashi K, Suyama T, Takakura Y, Hirabayashi S, Tsuzuki N, Li ZS. Clinical effects of capacitive electric transfer hyperthermia therapy for cervico-omo brachial pain. *J Phys Ther Sci.* 2000;12(1): 43–48.

40. Tomazoni SS, Machado CDSM, De Marchi T, Casalechi HL, Bjordal JM, de Carvalho PTC, Leal- Junior ECP. Infrared Low-Level Laser Therapy (Photobiomodulation Therapy) before Intense Progressive Running Test of High-Level Soccer Players: Effects on Functional, Muscle Damage, Inflammatory, and Oxidative Stress Markers-A Randomized Controlled Trial. *Oxid Med Cell Longev.* 2019 Nov 16; 2019:6239058.

FIGURE 1.

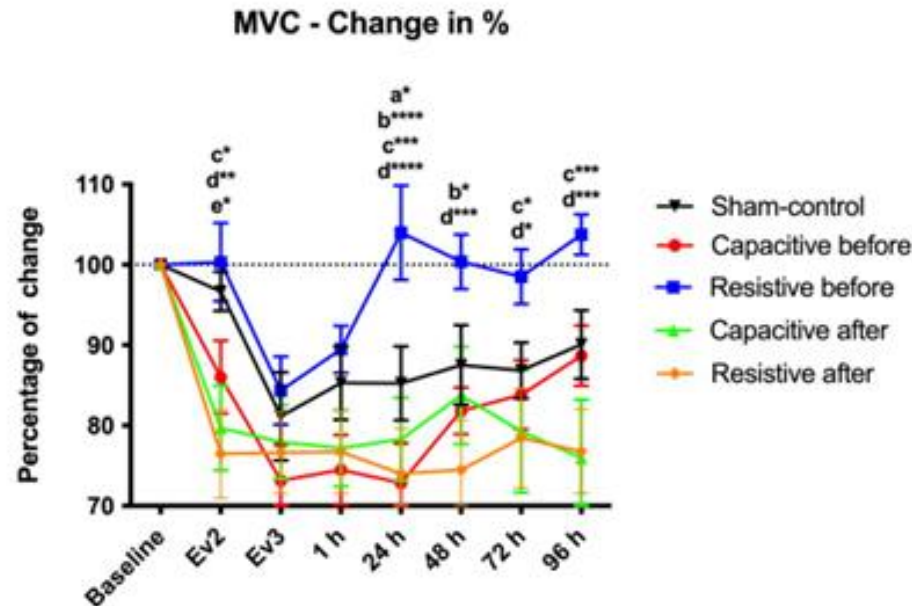


FIGURE 2.

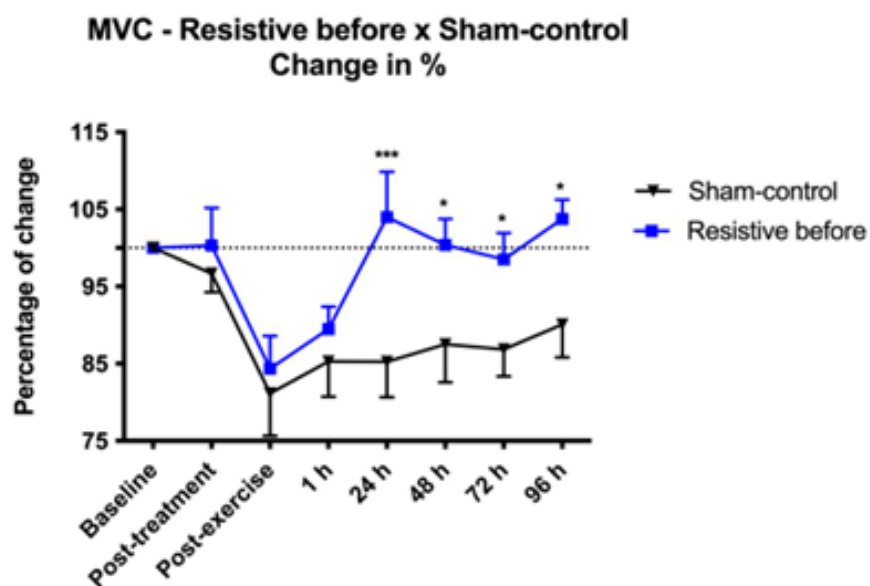


FIGURE 3.

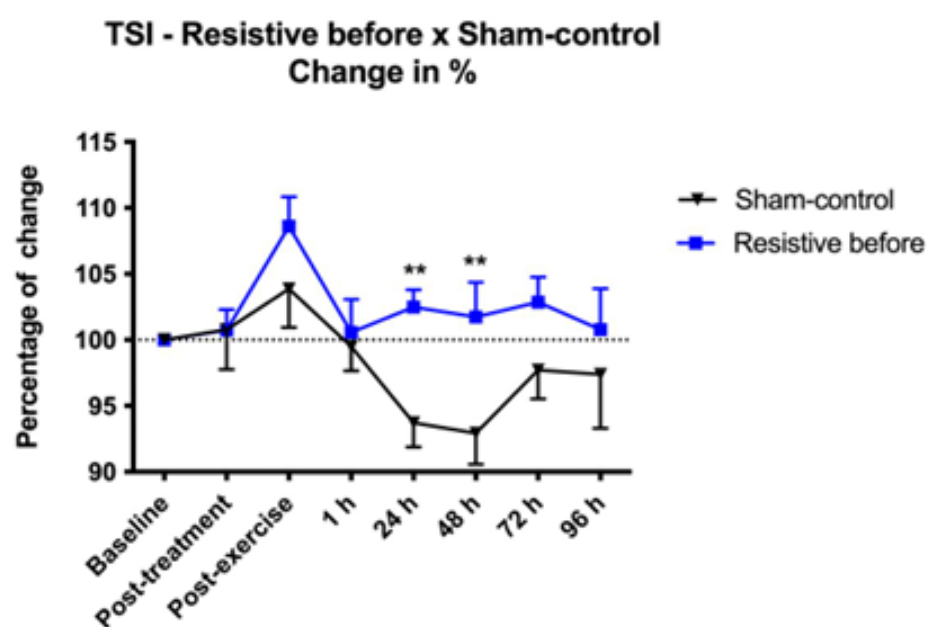
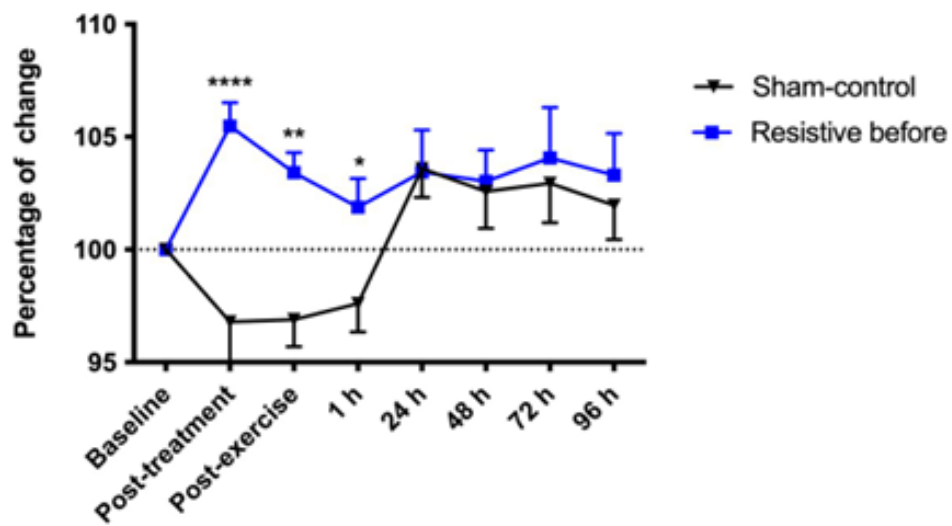


FIGURE 4.

Thermography - Resistive before x Sham-control
Change in %



9. ANEXOS

ANEXO I

UNIVERSIDADE NOVE DE
JULHO - UNINOVE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR) no pré-condicionamento e na recuperação pós-exercício em humanos.

Pesquisador: Ernesto Cesar Pinto Leal Junior

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82055124.6.0000.5511

Instituição Proponente: ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

Patrocinador Principal: ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.083.912

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2394288.pdf, de 29/08/2024).

Resumo:

O desempenho atlético, seja em treinamentos ou competições, impõe grandes demandas fisiológicas ao corpo. A fadiga muscular está diretamente relacionada a diminuição do desempenho físico e pode ser sentida por atletas de diferentes modalidades esportivas. Logo, uma boa recuperação da fadiga é importante para prevenir o overtraining e minimizar o risco de lesões na prática esportiva. Uma variedade de modalidades terapêuticas tradicionais e não convencionais são sugeridas para acelerar a recuperação após o exercício, sendo utilizadas na prática clínica como monoterapias ou como adjuvantes de outros tratamentos. Nesse cenário, a terapia por Transferência Elétrica Capacitiva e Resistida (TECAR) vem apresentando resultados satisfatórios na perda da função muscular esquelética e dor em atletas. Assim, o presente estudo tem como objetivo fornecer prova de conceito e otimização do protocolo de tratamento para o uso de TECAR no desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício. Para isto, será realizado um ensaio clínico randomizado placebo controlado e duplo-cego, com 50

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

voluntários saudáveis, divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=10): Controle-Sham; Modo Capacitivo (MC) pré-exercício; Modo Resistivo (MR) pré-exercício; MC pós exercício e MR pós-exercício. Os voluntários receberão a terapia, com duração de 20 minutos, uma vez imediatamente antes ou após a realização do exercício, de acordo com o grupo de alocação. Serão avaliados os seguintes desfechos: força muscular (CVM), dor (EVA e DMIT), saturação muscular de O₂ e fluxo sanguíneo (NIRS), percepção do esforço muscular (Escala de Percepção de Esforço CR-100), análise bioquímica (CK), termografia e satisfação com o tratamento (LIKERT). As avaliações serão realizadas antes de qualquer intervenção (basal), imediatamente, 1 hora, 24, 28, 72 e 96 horas após o protocolo de exercícios.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O presente projeto de pesquisa tem como objetivo geral fornecer prova de conceito e otimização do protocolo de tratamento para o uso da terapia por TECAR no desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício.

Objetivo Secundário:

- Verificar os efeitos da TECAR na força muscular e desempenho dos participantes a partir da avaliação da contração máxima voluntária (CVM).
- Analisar os efeitos de TECAR sobre marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular dos participantes.
- Avaliar os efeitos da TECAR na avaliação da dor muscular tardia dos participantes, como desfecho clínico.- Avaliar a influência térmica da TECAR na pele da região tratada.
- Analisar a satisfação do participante sobre os efeitos da terapia da TECAR nas variáveis relacionadas a recuperação da fadiga.
- Analisar os efeitos da TECAR nas variáveis relacionadas a recuperação da fadiga por meio da percepção de esforço.
- Analisar os efeitos da terapia TECAR na saturação de O₂ e fluxo sanguíneo muscular da região tratada.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Em relação ao aparelho de fisioterapia você será exposto a riscos mínimos durante a pesquisa, o único risco conhecido é que a exposição prolongada ao dispositivo de TECAR, pode causar aquecimento da pele da região (que não é comum). No entanto, mesmo até o momento, não

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

Continuação do Parecer: 7.083.912

havendo relatos em outros estudos que utilizaram o mesmo aparelho pode acontecer, causando uma sensação de desconforto durante a aplicação. Caso ocorra, você deverá avisar o pesquisador que aplicará a terapia, e ele imediatamente irá deslocar o aparelho (mudar de posição), caso o desconforto persista a terapia será interrompida. Durante a coleta sanguínea, existe a dor da "puntura" da agulha e os riscos não são diferentes de uma coleta de sangue convencional, não havendo a necessidade de jejum. Após a coleta de sangue, podem ocorrer efeitos adversos, como por exemplo hematomas (o local ficar roxo). As amostras de sangue coletadas serão armazenadas a -80° (menos oitenta graus) até a realização das análises. Em caso de sobrar amostra após a realização das análises a sobra será devidamente descartada. Você também poderá se sentir cansado ou com dor e desconforto muscular durante e/ou após a realização do protocolo de exercício (no dinamômetro isocinético). Ainda, a prática de atividades físicas oferece risco de lesões musculares ou das articulações. A realização dos exercícios contará com a supervisão do pesquisador por todo o tempo que estará em pé ao seu lado e encerrará a atividade devido a qualquer tipo de lesão. Além disso, você será supervisionado pelo pesquisador que estará presente o tempo todo e caso o você sinta algum tipo de mal-estar, desconforto ou qualquer outra sensação ruim durante as avaliações ou tratamento, você deve falar ao pesquisador e os procedimentos serão interrompidos imediatamente.

Benefícios:

O projeto não oferece benefícios diretos ao participante da pesquisa

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se da versão 2 de um ensaio clínico randomizado. O desfecho primário do estudo é "Verificar os efeitos da TECAR na força muscular e desempenho dos participantes a partir da avaliação da contração máxima voluntária (CVM)"

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentação obrigatória:

Folha de rosto datada, assinada pelo diretor com carimbo do diretor - Apresentado, adequado

Projeto de pesquisa - Apresentado, adequado

Cronograma - Apresentado, adequado

TCLE - Apresentado, adequado

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

Apreciação das pendências apontados na versão anterior.

Projeto:

- É necessário informar como e onde será o recrutamento dos participantes - Atendido
- Seria importante descrever mais claramente as diferenças entre as terapias capacitivas e resistivas - Atendido

TCLE:

- O projeto possui muitos termos técnicos de difícil compreensão para o leigo. Muitas vezes as descrições aparecem, mas posteriormente a utilização dos termos. Um exemplo é a justificativa do estudo que inclui uma série de termos, cuja suas explicações acontecem muito posteriormente. Recomenda-se que os termos sejam explicados assim que aparecem para facilitar a leitura - Atendido
- O texto da seção "procedimentos fase experimental" está extremamente longo. Há diversos elementos que não precisam ser incluídos nessa seção, como por exemplo "Serão recrutadas para essa pesquisa 50 homens que pratiquem atividade física pelo menos uma vez por semana, e com idade entre 25 e 35 anos", "Todos os procedimentos só terão início após a aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética e Pesquisa CEP", "será armazenado em freezer -80", entre outros. Recomenda-se uma revisão crítica do que deve ser incluído nessa seção. 2 Atendido
- Evitar usar "colher de sangue". Indicar em tubos a quantidade aproximada que será obtida. Retirar "puntura" - Atendido
- Ainda no sentido de facilitar a leitura, recomenda-se que os procedimentos sejam feitos em tópicos - Atendido
- É necessário descrever claramente o número de visitas que serão necessárias e o tempo que serão despendidos em cada uma das visitas - Atendido
- A descrição do protocolo de exercício não é acurada. Os exercícios excêntricos propostos não se assemelham aos exercícios de musculação, que geralmente focam em atividades concêntricas. Portanto, é importante descrever de forma clara e detalhada como são esses exercícios - Atendido
- No item "Desconforto ou Riscos Esperados" contém muitas informações que são da seção "Medidas protetivas aos riscos". O pesquisador pode optar por combinar ambos (Riscos, Desconfortos e suas Medidas Protetivas) em um único item, ou dividir o conteúdo, abordando

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

Continuação do Parecer: 7.083.912

os riscos no item 5 e as medidas protetivas no item 6 - Atendido

- No item "Desconforto ou Riscos Esperados" é necessário enfatizar o risco de dor muscular tardia e suas consequências, incluindo as potenciais limitações funcionais - Atendido

- Com relação ao ressarcimento, sugerimos especificar exatamente o que será ressarcido (ex. alimentação e transporte do participante e seu acompanhante). Ademais, sugere-se leitura dos direitos dos participantes de pesquisa quanto as Formas de Ressarcimento na CNS 466/12 e na Cartilha dos Direitos do Participante de Pesquisa disponíveis no site do CEP UNINOVE - Atendido

Recomendações:

Em caso de dúvidas entre em contato com nosso canal direto de comunicação.

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UNINOVE (5511).

Telefone: (11) 33859010

E-mails: comitedeetica@uninove.br e aninha@uninove.br

Horário de funcionamento: das 11h30 às 13h00 e das 15h30 às 19h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências anteriores foram sanadas. Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

O pesquisador deverá se apresentar na instituição de realização da pesquisa (que autorizou a realização do estudo) para início da coleta dos dados.

O participante da pesquisa (ou seu representante) e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE apondo sua assinatura na última página do referido Termo, conforme Carta Circular no 003/2011 da CONEP/CNS.

Salientamos que o pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Lembramos que esta modificação necessitará de aprovação ética do CEP antes de ser implementada. De forma objetiva com justificativa para nova apreciação, os documentos

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

UNIVERSIDADE NOVE DE
JULHO - UNINOVE



Continuação do Parecer: 7.083.912

alterados devem ser evidenciados para facilitar a nova análise.

Ao pesquisador cabe manter em arquivo, sob sua guarda, por 5 anos, os dados da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP (Res. CNS 466/12 item X1. 2. f).

De acordo com a Res. CNS 466/12, X.3.b), o pesquisador deve apresentar a este CEP/SMS os relatórios semestrais. O relatório final deverá ser enviado através da Plataforma Brasil, ícone Notificação. Uma cópia digital do projeto finalizado deverá ser enviada à instância que autorizou a realização do estudo, via correio, e-mail ou entregue pessoalmente, logo que o mesmo estiver concluído.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2394288.pdf	29/08/2024 18:57:13		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TECAR_TCLE_2024_2.docx	29/08/2024 18:56:30	Heliodora Leão casalechi	Aceito
Outros	Carta_de_esclarecimento_TECAR.docx	29/08/2024 15:50:10	Heliodora Leão casalechi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TECAR_Projeto.docx	29/08/2024 15:47:59	Heliodora Leão casalechi	Aceito
Outros	TECAR_Uso_de_imagem_som.doc	05/08/2024 18:41:13	Heliodora Leão casalechi	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_TECAR_.pdf	05/08/2024 18:37:26	Heliodora Leão casalechi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

UNIVERSIDADE NOVE DE
JULHO - UNINOVE



Continuação do Parecer: 7.083.912

SAO PAULO, 18 de Setembro de 2024

Assinado por:
MARILIA DE ALMEIDA CORREIA
(Coordenador(a))

Endereço: VERGUEIRO nº 235/249 12º andar sala 02

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9010

E-mail: comitedeetica@uninove.br

ANEXO II

TCLE - Termo de Consentimento livre e esclarecido para Participação em Pesquisa Clínica:

Nome do participante: _____

Endereço: _____ Telefone

para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental: Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR) no pré-condicionamento e na recuperação pós-exercício em humanos.

2. Objetivo: O objetivo desse projeto é fornecer prova de conceito e otimização do protocolo de tratamento para o uso de TECAR no desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício.

3. Justificativa: O uso da terapia por Transferência Elétrica Capacitiva e Resistiva (TECAR) apresenta bons resultados em diferentes condições clínicas do sistema músculo esquelético. Porém, os estudos apontam que os efeitos positivos dependem diretamente do protocolo utilizado para tratar o músculo. Dessa forma, mesmo a terapia com a TECAR já tendo apresentado resultados importantes, não há consenso sobre um método de tratamento eficaz para o desempenho e melhoria da recuperação muscular em praticantes de atividades físicas com exercícios intensos. Logo, estudos são necessários para que padrões mais claros de utilização dessa terapia sejam estabelecidos, além do desenvolvimento de protocolos seguros e eficazes. Pois, uma ampla gama de aplicações tem sido utilizada, muitas vezes, tornando os efeitos da terapia menores ou mesmo nulos. Assim, ensaios clínicos controlados se fazem importantes para otimização do protocolo para o uso de TECAR, a partir do desenvolvimento de critérios e estabelecimento de condições nas quais essa terapia seja efetiva para o desempenho do exercício e na recuperação pós-exercício.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa para avaliar os efeitos de um aparelho de fisioterapia, que utiliza de terapia com calor para ajudar no desempenho e recuperação dos músculos (chamada terapia TECAR). No primeiro momento você será informado sobre todos os procedimentos do estudo, que será realizado em etapas, nas quais você participará dos seguintes procedimentos descritos abaixo:

Etapas 1: Será realizado um sorteio e você terá chances iguais de participar de um dos cinco grupos, com 10 participantes cada. Você receberá um código A, B, C, D ou E, que indicará o tipo de tratamento que você irá receber. Ex: A – terapia falsa - massagem usando o mesmo aparelho que estará desligado; B – terapia TECAR no modo capacitivo antes da realização do protocolo de exercício; C – terapia TECAR no modo resistivo antes da realização do protocolo de exercício; D – terapia TECAR no modo capacitivo após a realização do protocolo de exercício; e por fim, você poderá receber o código E – terapia TECAR no modo resistivo após a realização do protocolo de exercício. Todos os grupos passarão pelos mesmos procedimentos, inclusive com o mesmo aparelho (TECAR), porém operando desligado (tratamento falso) e nos modos capacitivo ou resistivo. A diferença é a forma que o calor será causado no músculo da sua coxa, pois o capacitivo aquece de forma mais superficial e o resistivo de maneira mais profunda.

Etapas 2: Antes do início do tratamento, você passará pelo protocolo de avaliação 1, no qual irá informar alguns dados (prática de atividade física, histórico de lesões musculares e se costuma fazer uso de remédios e/ou tratamentos). Depois você irá passar por um teste de força muscular da

perna (não dominante) em um aparelho que mede sua força máxima (dinamômetro isocinético), para isso você será posicionado sentado no aparelho e terá que fazer movimentos de dobrar e esticar o joelho. Na sequência vai apontar em uma escala de 0 a 10 o quanto está sua dor na coxa naquele momento e irá responder a um questionário em relação a sua sensação de esforço muscular (do cansaço de sua perna) também apontando em uma escala apresentada pelo pesquisador. Depois será realizada a coleta sanguínea, da veia que fica na parte da frente do cotovelo por uma enfermeira, 5 ml de sangue (equivalente a um tubo pequeno) será retirado. Ainda como parte da avaliação, a temperatura da sua coxa será medida com uma câmera termográfica, aparelho semelhante a uma máquina fotográfica, porém a imagem tirada permite que a temperatura seja medida. Ainda será realizada a avaliação do oxigênio presente no sangue e quanto de sangue está circulando na região da coxa, com um aparelho que não causa dor nem desconforto durante a medição. Esses procedimentos levarão em torno de 60 minutos e serão realizados antes do primeiro tratamento ou exercício.

Etapas 3: Dependerá do sorteio, você poderá receber o tratamento ou realizar o exercício. Para receber o tratamento (independente do grupo) você será orientado a sentar de maneira confortável com a perna relaxada e assim receberá a aplicação da terapia com o aparelho em contato com a pele da sua coxa por 20 minutos, causando um leve aquecimento da região. Será realizada uma única sessão de tratamento. A aplicação da terapia será realizada por um pesquisador (fisioterapeuta) experiente e treinado. Antes ou depois da terapia você precisará realizar um protocolo de exercícios para cansarem (fadigarem) os músculos da coxa no dinamômetro isocinético (mesmo aparelho usado para medir sua força), no qual você estará sentado e terá que esticar e dobrar o joelho da perna não dominante, fazendo força para cima (no sentido de esticar o joelho) e o aparelho irá resistir (segurar sua perna), tentando fazer você dobrar o joelho (com uma força contrária, para baixo). Você realizará esse movimento 75 vezes divididas em 5 séries de 15 repetições com intervalo de 30 segundos entre elas. O protocolo de exercício terá duração média de 18 minutos.

Etapas 4: Imediatamente após a realização do exercício ou da terapia (dependendo do sorteio) as mesmas avaliações serão realizadas: função muscular da perna, dor do músculo e sua percepção ao esforço (cansaço) muscular da coxa, coleta de sangue, medida da temperatura e avaliação do oxigênio e circulação sanguínea na região da coxa. Essas avaliações também serão repetidas após 1 hora, 24, 48, 72 e 96 horas do final do protocolo de exercícios ou da terapia (de acordo com o sorteio) que você terá que retornar ao laboratório, cada visita para avaliação terá duração média de 60 minutos e ocorrerá conforme a descrição detalhada na etapa 2. Na última avaliação (96 horas) você também deverá responder o quanto ficou satisfeito com a terapia. Todas as avaliações serão realizadas por um pesquisador que não saberá qual o grupo você sorteado.

Assim, sua participação no estudo terá o total de 5 visitas, sendo que a primeira leva em torno de 3 horas e meia para realização das etapas 1, 2 e 3 e as demais visitas levam aproximadamente 60 minutos. É importante reforçar que você poderá sentir dor muscular devido ao protocolo de exercício realizado na etapa 3 (como as dores sentidas após um treino de musculação) e nesse caso, você poderá tratar sua dor da maneira que já está acostumado (tomando remédios de costume ou fazendo massagem com pomada, bolsa de água quente ou fria, por exemplo). Porém, você precisará reportar isso ao pesquisador. Sua participação no estudo não terá custos, e um pesquisador responderá qualquer dúvida ao longo de sua participação. Também deve ser esclarecido que todos os participantes do grupo com terapia controle (aparelho desligado) ou verdadeira que possa ser considerada sem efeito, de acordo com os modos usados (capacitivo e resistivo), receberão o tratamento considerado mais eficaz, caso seja comprovado que um deles apresente mais benefício nos resultados. Você será orientado a reportar ao pesquisador, qualquer sensação de dor ou de desconforto durante o tratamento, exercício e avaliações. Se achar necessário, você poderá solicitar ao pesquisador a interrupção dos procedimentos.

Todos os procedimentos só terão início após a aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética e Pesquisa – CEP.

5. Desconforto ou Riscos Esperados: Em relação ao aparelho de fisioterapia você será exposto a riscos mínimos durante a pesquisa, o único risco conhecido é que a exposição prolongada ao dispositivo de TECAR, pode causar aquecimento da pele da região (que não é comum). No entanto, mesmo até o momento, não havendo relatos em outros estudos que utilizaram o mesmo aparelho pode acontecer, causando uma sensação de desconforto (aquecimento) durante a aplicação.

Durante a coleta sanguínea, existe a dor da introdução da agulha na veia do braço e os riscos não são diferentes de uma coleta de sangue convencional, não havendo a necessidade de jejum. Após a coleta de sangue, podem ocorrer efeitos adversos, como por exemplo hematomas (o local ficar roxo). Em caso de sobrar amostra após a realização das análises, a sobra será devidamente descartada.

Você também poderá se sentir cansado ou com dor e desconforto muscular durante e/ou após a realização do protocolo de exercício (no dinamômetro isocinético), você poderá sentir os efeitos do exercício de maneira tardia, até dias após a realização do protocolo de exercícios. Essa dor conhecida como dor muscular tardia, causada pelo exercício, pode apresentar sintomas como dor intensa no músculo exercitado (nesse caso, o da coxa), causando diminuição temporária da função e força muscular, aumento da tensão e inchaço do músculo, ocasionando por exemplo, dificuldade para caminhar, sentar-se e levantar-se. Ainda, a prática de atividades físicas oferece risco de lesões musculares ou das articulações.

6. Medidas protetivas aos riscos: Em caso de algum tipo de mal-estar durante qualquer uma das etapas do protocolo (avaliações, exercício ou tratamento), você será prontamente atendido pelo responsável por determinada etapa. Sendo necessário, você será encaminhado ao pronto socorro. Quanto ao risco de formação de hematoma (roxo no local) devido a coleta sanguínea, será aplicado gelo no local para evitar seu agravamento.

Em relação a exposição ao aparelho de fisioterapia, será utilizado um creme específico para proteção a fim de evitar o contato direto do aparelho com a pele durante a aplicação da terapia. Quanto ao desconforto que pode ser causado pelo aquecimento da pele, o pesquisador que aplicará a terapia será orientado a deslocar o aparelho para outro ponto (mudar de lugar) ou interromper a terapia, caso o desconforto persista.

Referente ao risco de dor muscular e dor muscular tardia, devido ao protocolo de exercício realizado, você poderá tratar sua dor da maneira que já está acostumado (tomando remédios de costume ou fazendo massagem com pomada, bolsa de água quente ou fria, por exemplo) e/ou você poderá solicitar orientações de tratamento ao pesquisador fisioterapeuta que estará disponível para auxiliá-lo. A realização dos exercícios contará com a supervisão do pesquisador por todo o tempo que estará em pé ao seu lado e encerrará a atividade devido a qualquer tipo de lesão. Além disso, você será supervisionado pelo pesquisador que estará presente o tempo todo e caso o você sinta algum tipo de mal-estar, desconforto ou qualquer outra sensação ruim durante as avaliações ou tratamento, você deve falar ao pesquisador e os procedimentos serão interrompidos imediatamente.

7. Benefícios da Pesquisa: O projeto não oferece benefícios diretos ao participante da pesquisa.

8. Métodos Alternativos Existentes: Entre os métodos existentes utilizados para melhora do desempenho e recuperação muscular podem ser destacados os seguintes: terapia com a utilização de exercícios terapêuticos; técnicas de manipulação (como as liberações miofasciais usadas para alívio de dores e prevenção de lesões musculares); massagem (massoterapia); acupuntura (aplicação de pequenas agulhas em regiões específicas do corpo); prática de exercícios (que trabalham corpo e auxiliam na flexibilidade e na força muscular), e outros recursos eletro físicos (como diferentes correntes elétricas ex. TENS, terapia de ondas de choque, terapia por compressão pneumática intermitente, lasers e LEDs).

9. Retirada do Consentimento: Em caso de eventuais dúvidas sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa, você poderá consultar o responsável deste estudo para os devidos esclarecimentos. A participação é voluntária e este consentimento poderá ser retirado a qualquer tempo, sem nenhum tipo de penalização ao participante.

10. Garantia do Sigilo: Serão utilizados apenas os dados referentes à avaliação e intervenção, bem como imagens (não revelando a identidade do participante), porém, sempre respeitando a confidencialidade das informações geradas e a privacidade do participante na pesquisa. Independentemente da sua participação nesta pesquisa, você poderá escolher permitir o uso de sua imagem. Se você aceitar, você terá que assinar o Termo de Autorização de Imagem ou Som. Caso contrário, suas fotos, vídeos ou áudios não poderão ser utilizadas(os) pelos pesquisadores.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Os participantes da pesquisa e seu(s) acompanhante(s) terão as suas despesas de alimentação e transporte (relacionadas a participação na pesquisa), ressarcidas.

12. Local da Pesquisa: O presente estudo, assim como todas as análises, irá ocorrer no Laboratório de Fototerapia e Inovações Tecnológicas em Saúde da Universidade da Universidade Nove de Julho - Uninove, situada na Rua Vergueiro nº 235/249, 1º subsolo – Liberdade – São Paulo – SP.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): É um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos.

Endereço do Comitê de Ética da Uninove:

Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001.

Telefone: 3385-9010.

E-mail: comitedeetica@uninove.br

Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00

14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientador e Alunos) para Contato:

Pesquisador Responsável: Prof. Ernesto Cesar Pinto Leal Junior

Telefone para contato: (11) 990065829

Aluno Responsável: Older Manoel Araújo Silva

Telefone para contato: (87) 981321034

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

São Paulo, de de 2024

16. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante ou Representante Legal.

(Todas as folhas devem ser rubricadas pelo participante da pesquisa)

17. Eu, Ernesto Cesar Pinto Leal Junior, Pesquisador do responsável desta pesquisa), certifico que:

- a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.
- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

Ernesto Cesar Pinto Leal Junior

Assinatura do Pesquisador Responsável

ANEXO III

